AZ ACÉLGYÁRTÁS TERMÉKEINEK (ÉS MELLÉKTERMÉKEINEK) RÖVID ISMERTETÉSE

Vasérc

Vasércnek az olyan vastartalmú kőzeteket (vaskőzeteket) nevezzük, amelyekben a vastartalmú ásványok koncentrációja már olyan magas fokú (legalább 25 tömeg%), hogy azokat kohászati úton érdemes feldolgozni. A vasércféleségek a vas- és acélgyártás kiindulási nyersanyagai, amelyek közül a legfontosabbak: hematit (vörösvasérc), magnetit (mágnesvasérc), limonit (barnavasérc), sziderit (pátvasérc), fayalit (szilikátos vasérc).

Magyarország vasércben szegény, művelésre egyedül a rudabányai előfordulás volt érdemes, amelynek vastartalma 24 – 36 tömeg%. A Rudabányai-hegység egész Európa egyik legrégibb bányahelye volt. Több jel mutat arra, hogy a szlávok már a honfoglalás előtt élénk bányászati és kohászati tevékenységet folytattak Rudabányán és környékén; Ruda szláv szó, magyar jelentése „érc, vasérc, vörös vasas föld". A rudabányai bányászat újabbkori fellendülésének éve 1880, amikor a lelőhely korszerű kiaknázása nagyüzemi módszerekkel, külszíni fejtéssel megkezdődött. A vasércbányászatot és –dúsítást Rudabányán — bár az ásványvagyon még nem fogyott teljesen el — 1985. december 31-ével szüntették meg. 1948-tól idáig csaknem 19 millió, a 105 év alatt összesen körülbelül 34 millió tonna volt a kitermelt vasércmennyiség.

Megjegyzendő, hogy a bányászat több évezredes hagyománya mégsem szűnt meg a vidéken: 1987 óta külszíni gipsztermelés folyik a Rudabánya közelében levő Alsótelekes mellett, az 1960-as évek elején feltárt lelőhelyen, hazánk egyetlen művelésre érdemes előfordulásán. Évente 240.000 tonna nyers-gipszet fejtenek, amely teljes egészében fedezi a magyar cementgyárak szükségletét. A volt rudabányai vasércdúsító helyén létesített égetőüzemben finomgipszet állítanak elő (18.000 tonna/év), és gipszvakolatot is gyártanak. A gipszbánya ásványvagyona a kiaknázás jelenlegi szintjén évtizedekre elegendőnek látszik.

Nyersvas

A nyersvasat vasércből, **nagyolvasztó kohóban** állítják elő. Az előkészített (meddőtlenített, aprított, osztályozott, kevert, pörkölt stb.) vasércet koksszal és olvadáspontot csökkentő hozaganyaggal* helyezik a kohóba. Az olvadáspont csökkentő, salakképző hozaganyag rendszerint mészkő, dolomit, bauxit. A

kohóból kikerülő nyersvas egy vasötvözet, amelynek széntartalma 2,5 - 5,0 tömeg%, és amely rendszerint 1 - 4 tömeg%-ban tartalmaz szennyezőket: mangánt, szilíciumot,ként, foszfort stb. A nyersvas-termelésnek kb. 10 - 15 tömeg%-át *öntödei célokra* használják fel, a többiből *acélt* gyártanak.

* Megjegyzés: A hozaganyag olvadáspont csökkentő szerepéhez hasonlítható például az utak téli jég- (csúszás-)mentesítéséhez használt olvasztósó hatása, amely a jég olvadási hőmérsékletét, vagy az üveggyártásnál nátrium-karbonáttal (szódával) bevitt nátrium-oxid hatása, amely az üvegolvadék olvadási hőmérsékletét csökkenti. Az ilyen folyékony oldatok neve: eutektikum.

Kohósalak

A kohósalak a nyersvas előállításakor keletkező szilikátolvadék (***nyersvas-gyártási* melléktermék**).

Ha a forró, tűzfolyós kohósalak-olvadékot gyorsan hűtik le, akkor szemcsés szerkezetű, nagyrészt üveges állapotú, ún. *granulált kohósalak* keletkezik, amelynek rejtett hidraulikus tulajdonsága van. A granulált kohósalak finomra őrölve, és gerjesztőkkel (portlandcement, mészhidrát, őrölt égetett mész), valamint vízzel keverve, vagy portlandklinkerrel, égetett darabos mésszel, égetett dolomittal, anhidrittel együtt finomra őrölve, és vízzel keverve, víz alatt is megszilárduló kötőanyaggá válik (kohósalak-portlandcement, kohósalak-cement).

Ha a folyékony nagyolvasztó salakot 1 - 7 cm vastagságú rétegekben nagyméretű ágyba öntik, és egyenletesen, lassan (8 - 10 nap) hagyják lehűlni, akkor *darabos kohósalakot* nyernek. Ennek szerkezete tömör, és a hűtés során az önsúly-nyomás hatására átkristályosodik. Belőle töréssel, osztályozással feltöltési anyag, szórt útalap, út és vasúti felépítményi kohósalakkő, beton-adalékanyag állítható elő. Ha a forró, folyékony kohósalakot egyenletesen eloszlatva, perforált, habosító tálcára juttatják, és a perforált falon át 4 - 5 atü nyomással vizet nyomnak, akkor a vízsugár a beömlő forró salakkal érintkezve gőzzé válik, és a salakot habosítja. A még izzó, de már habosított salak a hűtőtérre kerül, ahol lassan hűlve átkristályosodik. Ez a *habosított kohósalak,* amely törve és osztályozva hőszigetelő anyagként, vízszűrő anyagként; könnyűbeton-adalékanyagként hasznosítható.

Öntöttvas és öntöttacél

Öntödei termék a nyersvasból előállított öntöttvas és öntöttacél. Az öntöttvas széntartalma több, mint 2,06 tömeg%, míg az öntöttacél széntartalma legfeljebb 2,06 tömeg%. Az öntöttvasból például szürkevas-öntvényeket gyártanak, az építőiparban szerkezeti anyagként ridegsége, kis húzószilárdsága miatt ma már nem igen használják. (Az első budapesti Lánchíd kereszttartói öntöttvasból készültek.) Az öntöttvas fajták esetén különbséget kell tenni a húzószilárdság és az annál jóval nagyobb nyomószilárdság között (vesd össze az acélok szilárdságával kapcsolatos megjegyzéssel). Az öntöttacélból nagyszilárdságú acélöntvényeket, például tartószerkezetekhez sarukat, csuklókat gyártanak. Bár a 2,06 tömeg%-nál kisebb széntartalmú vasfajtákat acéloknak nevezik, az öntöttacélt nem szokás a tulajdonképpeni acélok közé sorolni.

Acél (melegen hengerelt és hidegen húzott)

Az acélt nyersvasból gyártják. Az acélgyártásnak többféle módja van:

- **Konverteres** (konverter = a nyersvas hevítésére használt körte vagy henger alakú tartály) **eljárások**, például Bessemer-, Thomas-eljárás, amelyekkel csak speciális összetételű nyersvasakat lehet feldolgozni;
- **Martin-eljárás** (**Siemens-Martin eljárás**), amely a nyersvas összetételére nem kényes. A Martin-kemence váltakozó lángjárású gázkemence. (A Siemens-Martin eljárást fokozatosan korszerűbb acélgyártási módszerek váltják fel.)

Az építőipari acélok széntartalma kevesebb, mint 1,7 tömeg%. Főbb csoportosításuk az alakítás, a tulajdonságok, a felhasználás szerint a következő:

- Melegen hengerelt szerkezeti acél;
- Hegeszthető betonacél
    - melegen hengerelt és hengerléssel együtt bordázott betonacél, tényleges folyáshatárral,
    - melegen hengerelt és utána hidegen bordázott betonacél, tényleges folyáshatárral,
    - hidegen hengerelt vagy hidegen húzott és így bordázott

betonacél, 0,2 %-os egyezményes folyáshatárral;

- Hidegen húzott feszítőacélok (feszítőhuzal, feszítőpászma);
- Melegen hengerelt feszítőacél (feszítőrúd).

Az építőipari acélok tulajdonságait külön file-ban tárgyaljuk, de már itt megemlítjük, hogy az acélok nyomódiagramja hasonló a húzódiagramjukhoz, de a nyomószilárdság a húzószilárdságnál valamivel nagyobb, ezért a húzószilárdságot tekintik mértékadónak, és a nyomószilárdságot nem vizsgálják (vesd össze az öntöttvasnál mondottakkal). Ez a gyakorlat a betonacélok és a feszítőacélok esetén annál is indokoltabb, hiszen ezeket az acélfajtákat húzásra vesszük igénybe.

Siemens-Martin salak

A ***Martin-salak*** (**Siemens-Martin salak**) a Martin-eljárás szerinti acélgyártás során keletkezik, tehát ***acél-gyártási*** **melléktermék.** A Martin-salak sokkal több szennyező anyagot tartalmaz, mint a kohósalak, a kétféle salak között összetétele és eltérő tulajdonságai folytán éles különbséget kell tenni. Például az ózdi Martin-salakot sajnos az 1990-es évek elején felhasználták beton-adalékanyagként, de mint ilyen, az néhány év alatt a beton tönkremenetelét okozta. Ennek oka az volt, hogy az ózdi Martin-acélsalak szabad magnézium-oxidot (periklászt) tartalmaz, amely nedvesség (a levegő páratartalma) hatására a betonban lassan beoltódik, és dolomit-mészhidráttá (brucittá) átalakulva térfogatát kétszeresére növeli, és a megszilárdult betont összerepeszti. A betont a Martin-salak kéntartalma is károsíthatja.

KÉRJÜK TEKINTSE MEG AZ „ACÉL HÚZÓSZILÁRDSÁGA ÉS ALAKVÁLTOZÁSA” CÍMŰ OLDALUNKAT IS.



Felhasznált irodalom

Balázs György: Építőanyagok és kémia. Tankönyvkiadó. Budapest, 1984.

Révay Miklós: Kis magyar cementkémia. Beton. IX. évf. 2001. 7 - 8. szám. pp. 7 - 9.

http://www.rudabanya.hu/index.php?mit=tortenelem

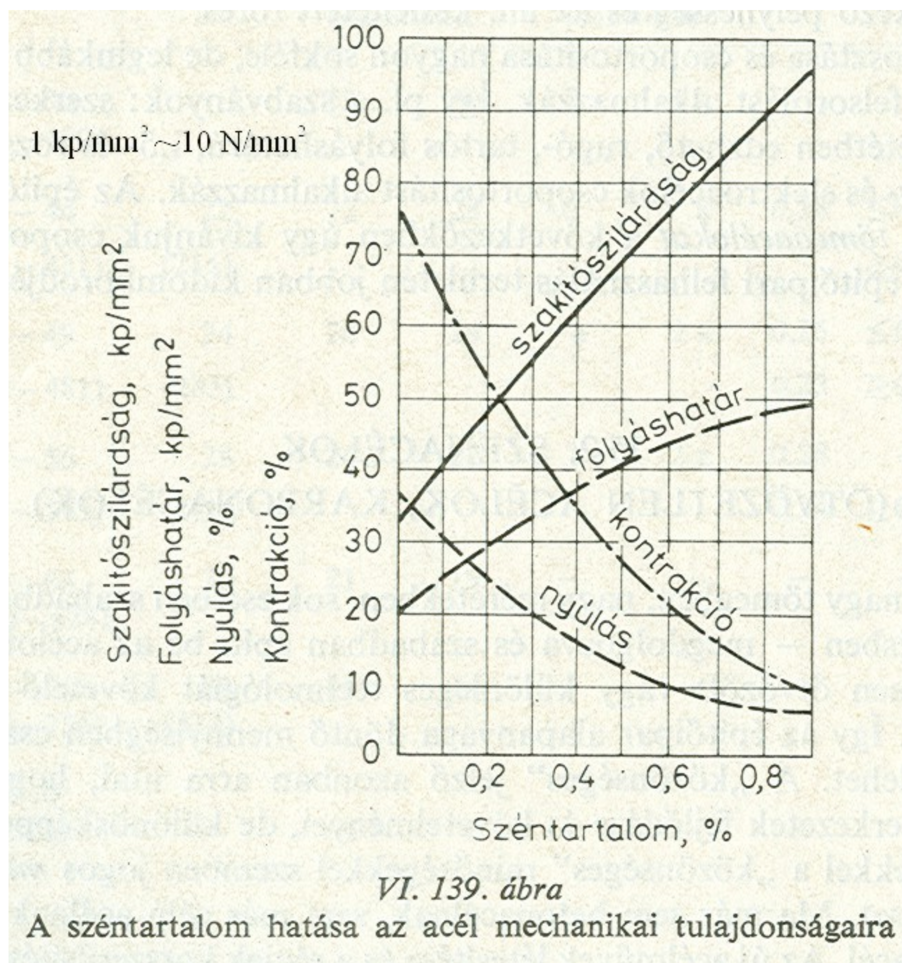


AZ ACÉL HÚZÓSZILÁRDSÁGA, ALAKVÁLTOZÁSA ÉS JELÖLÉSE

– A 2008 októberében készített dolgozat 2017 februárjában frissített változata –

Az acél széntartalma

Acéloknak azokat a — nyersvas feldolgozásával nyert — kis széntartalmú vas-szén ötvözeteket tekintjük, amelyek **széntartalma kevesebb, mint 2,06 tömeg%**[1]. Az öntött acélok széntartalma 1,70 – 2,06 tömeg%, a tulajdonképpeni építőipari acélok széntartalma kevesebb, mint **1,7 tömeg%**[2]. (Lásd még az „Az acélgyártás termékeinek (és melléktermékeinek) rövid ismertetése" c. dolgozatot is.) A határértéknek tekintett széntartalmat a vas-szén ötvözetek állapotábrájából vezetik le: a határérték az *ausztenit* nevű γ vas-szén szilárdoldat legnagyobb koncentrációja, amelyet az állapotábrán az ún. *E* pont jelöl ki[1 és 2].



1. ábra. Forrás: Dr. Palotás László: Fa –kő – fém – kötőanyagok. Mérnöki szerkezetek anyagtana, 2. kötet. Akadémiai Kiadó. Budapest, 1979.

[1] Balázs György: Építőanyagok és kémia. Tankönyvkiadó. Budapest, 1984.
[2] Palotás László: Fa –kő – fém – kötőanyagok. Mérnöki szerkezetek anyagtana, 2. kötet. Akadémiai Kiadó. Budapest, 1979.

A **szén** az acél legfontosabb ötvözője. A széntartalom növekedésével növekszik a betonacél folyáshatára és szakítószilárdsága, csökken a nyúlása, kontrakciója és ütőmunkája (*1. ábra*). Az acélok nyomódiagramja hasonló a húzódiagramjukhoz, de a nyomószilárdság a húzószilárdságnál valamivel nagyobb, ezért a húzószilárdságot tekintik mértékadónak, és a nyomószilárdságot nem vizsgálják.

Az acél hegeszthetősége

A szenen kívül más ötvözőt nem tartalmazó ún. ötvözetlen szénacél általában akkor **hegeszthető**, ha a **széntartalma legfeljebb 0,22 – 0,25 tömeg%.** A hegeszthető acél ne legyen edzhető. (Edzés az a hőkezelési eljárás, amikor az acélt felmelegítik 950 °C fölé, majd nagy sebességgel lehűtik. Az edzés célja a nagykeménységű szövetszerkezet előállítása. Az erősen edzett acélok üvegszerűen ridegek.) A nem edzhető acél-ötvözetek az edzhetőknél puhábbak, ezért azokat lágyvasnak (lágyacélnak) nevezik. A *hegeszthető betonacélokat* meleg hengerléssel és/vagy hideg alakítással gyártják. A 0,22 – 0,25 tömeg%-nál nem nagyobb széntartalmú *melegen hengerelt betonacélok* (MSZ 339:1987) és a legfeljebb 0,2 tömeg% széntartalmú *hidegen alakított betonacélok* (a hideg alakítás például a melegen hengerelt betonacélok bordázata elkészítésének egyik lehetséges módja, így készül az MSZ 982:1987 szabvány szerinti BHB55.50 jelű, és a DIN 488:1984 szerinti Bst500M jelű betonacél), illetve a belőlük készült *hálóacélok* („hálóacélok", MSZ 982:1987 és DIN 488-1:1984) jól hegeszthetők.

A *hidegen húzott feszítőhuzalok* (ötvözetlen acélhuzalok) széntartalma 0,45 – 0,80 tömeg%, tehát nem hegeszthetők.

A szenen kívül más ötvözőt is tartalmazó, ún. ötvözött szénacél hegeszthetőségét az ötvöző elemek (szén, mangán, króm, molibdén, vanádium, nikkel, réz,) mennyiségét is figyelembe vevő szénegyenérték (C_{ekv}) fejezi ki, amelynek megengedett legnagyobb értéke a hegesztendő anyag vastagságától (d) függ, elegendő üzembiztonság mellett például d = 6,35 mm esetén $C_{ekv} \leq$ 0,45 tömeg%, d = 12,7 mm esetén $C_{ekv} \leq$ 0,40 tömeg%, d = 25,4 mm esetén $C_{ekv} \leq$ 0,35 tömeg% [Forrás: Balázs György: Építőanyagok és kémia. Tankönyvkiadó. Budapest, 1984. 12.7. táblázat].

A szénegyenértéket (C_{ekv} ill. C_{eq}) a hegeszthető betonacélokra az MSZ EN 10080:2005 európai szabvány az anyagvastagságtól függetlenül a következő képletből számítja ki:

$$C_{eq}^{\%} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

és a hegeszthetőség feltételeként olvadékvizsgálat esetén $C^{\%} \leq 0{,}22$ és $C_{eq}^{\%} \leq 0{,}50$ tömeg%, illetve termékvizsgálat esetén $C^{\%} \leq 0{,}24$ és $C_{eq}^{\%} \leq 0{,}52$ tömeg% követelményt támasztja.



2. ábra. Hegesztési varrat vizsgálata hideghajlítással

A hidegen alakított betonacélok hegesztés környezetében kilágyulhatnak és elveszthetik a hidegalakítás keményítő hatását. (Hideg alakítás 12 mm átmérőig, hideg profilírozás 14-16 mm átmérőig végezhető. E felett a varrat és környezete hajlító vizsgálata, keménység vizsgálata, ütő vizsgálata, szakító vizsgálata nem mellőzhető.)

Melegen betonacélok és hidegen húzott feszítőhuzalok jellegzetes feszültség – fajlagos alakváltozás diagramja

A *3. ábra* különböző szakítószilárdságú melegen hengerelt (jele B) és csavart betonacélok (jele Cs), valamint egy hidegen húzott feszítőhuzal (jele: 1600.5M) jellegzetes feszültség – fajlagos alakváltozás ($\sigma - \varepsilon$) diagramját egy koordinátarendszerben ábrázolva veti össze. A betonacélok legfőbb jellemzője a folyáshatárnak nevezett feszültség, amelyet a lényegében változatlan erő mellett fellépő nyúlások jellemeznek. Az ún. felső folyáshatár elérése után a $\sigma - \varepsilon$ ábra kissé

visszaesik, és ezt az ún. alsó folyáshatárt felkeményedő szakasz követi egészen a szakadásig. A termékszabványok általában a felső folyáshatárt nevezik meg. A hideg átalakítás során a melegen hengerelt csavart betonacélok és az ugyancsak melegen hengerelt acélból gyártott hidegen húzott feszítőhuzalok elvesztik folyáshatárukat.

Az acél folyáshatárának az igénybevehetőség szempontjából nagy jelentősége van. A beépített betonacél a határszilárdságig terhelhető, amely határszilárdság a folyáshatár és a biztonsági tényező hányadosa. A hidegen húzott feszítőhuzalok sem vehetők igénybe a szakítószilárdságig, hanem csak a számítással meghatározható névleges, vagy egyezményes folyáshatár és a biztonsági tényező hányadosát képező határszilárdságig.

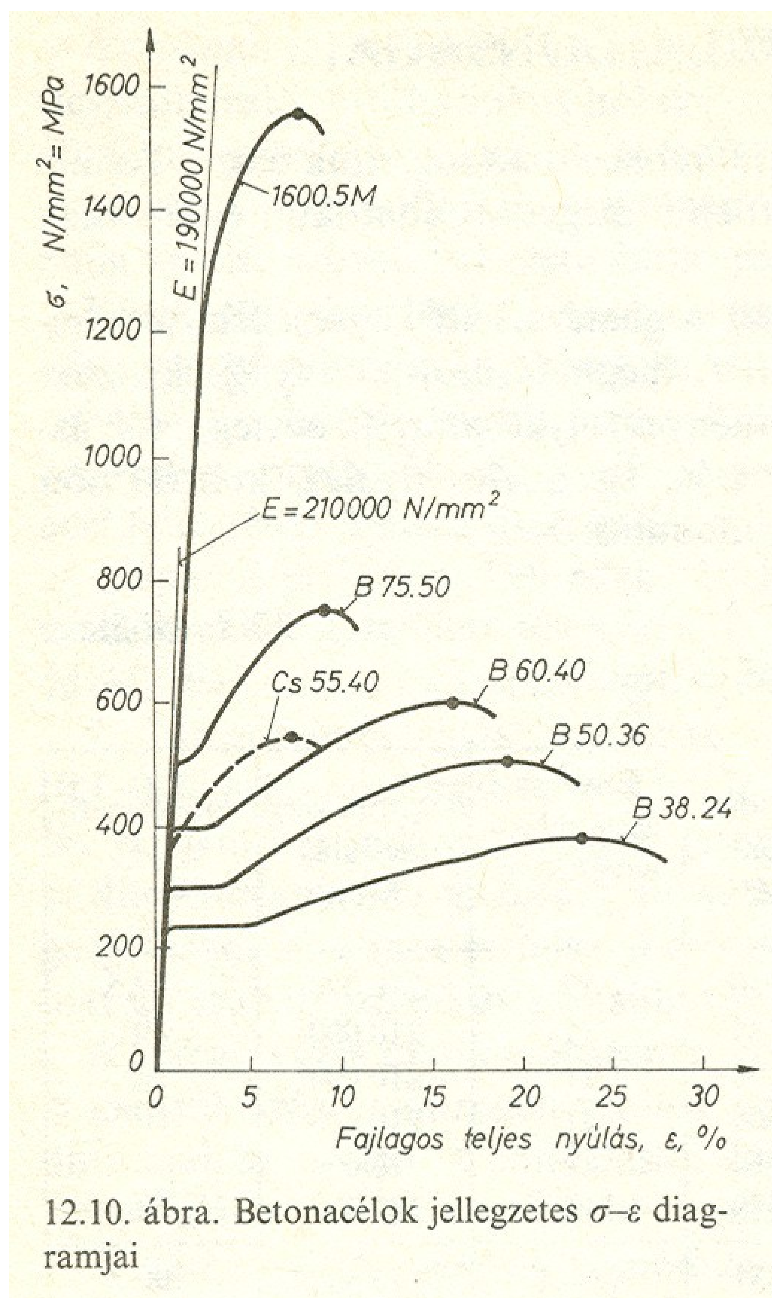
A **határszilárdság** meghatározásához az épületek acélszerkezeteire vonatkozó MSZ ENV 1993-1-1:1995 (Eurocode 3) szabványtervezet szerint a **melegen hengerelt szerkezeti acél** képlékeny teherbírásra vonatkozó **biztonsági tényezőjének** az értéke 1,1. Az MSZ EN 1992-1-1:2010 (Eurocode 2) szabvány szerint a **betonacél** folyáshatárának, a **feszítőhuzal** és a **feszítőpászma** 0,1 %-os egyezményes folyáshatárának **biztonsági tényezője** 1,15.

Visszatérve a *3. ábra* tanulmányozására, megfigyelhető, hogy a szilárdság növekedésével csökken a legnagyobb teherhez tartozó nyúlás és a szakadó nyúlás (amely utóbbit olykor teljes nyúlásnak[3] is nevezik) is.

A *3. ábrán* az E = 210.000 N/mm^2 a melegen hengerelt betonacél, az E = 190.000 N/mm^2 a hidegen húzott feszítőhuzal kezdeti rugalmassági modulusa.

[3] Javasoljuk, hogy a teljes nyúlás kifejezést ne használjuk a szakadó nyúlás szinonímájaként. Ugyanis bármely teherhez tartozó nyúlás felbontható rugalmas nyúlásra és maradó nyúlásra, és ebben az értelemben e kettő összege tekinthető az adott teherhez tartozó teljes nyúlásnak. Az így értelmezett teljes nyúlás (teljes hosszváltozás, teljes alakváltozás, betonok esetén teljes összenyomódás stb.) rugalmas része a kezdeti és a tehermentesítési rugalmassági modulus meghatározásában játszik döntő szerepet. A maradó nyúlásnak az acél alakíthatósága, a betonacél hajlíthatósága (pl. tört vonalú betonacélok, kampók, emelőhorgok készítése) szempontjából van jelentősége.

Kausay



12.10. ábra. Betonacélok jellegzetes σ–ε diagramjai

3. ábra. Forrás:
Palotás László:
Fa – kő – fém – kötőanyagok. Mérnöki szerkezetek anyagtana.
2. kötet. Akadémiai Kiadó.
Budapest, 1979.,
illetve
Balázs György:
Építőanyagok és kémia.
Tankönyvkiadó.
Budapest, 1984.

Az acélok jelölése

Az acélok jelölése a korábbi évtizedekben szokásos jelölésekhez képest napjainkra megváltozott. Amíg korábban a melegen hengerelt és a hidegen alakított betonacél jelében a betűjelet követően a szakítószilárdság, vagy a folyáshatár és a szakítószilárdság kp/mm^2-ben kifejezett követelmény értéke állt, addig napjainkban a betonacél szilárdsági tulajdonságainak követelményeként a **folyáshatár** (jele: R_e, újabban f_y) N/mm^2-ben kifejezett jellemző értékét (f_{yk}) használják. A 0,1 %-os vagy 0,2 %-os egyezményes folyáshatár jele: $R_{p0,1}$ ($f_{p0,1}$) ill. $R_{p0,2}$ ($f_{p0,2}$ vagy $f_{0,2}$), ezek jellemző értékének jele: $R_{p0,1k}$ ($f_{p0,1k}$) ill. $R_{p0,2k}$ ($f_{p0,2k}$ vagy $f_{0,2k}$). A korábbiakhoz képest a folyáshatár a szakítószilárdsághoz közelebb esik, a szilárdsági követelmény

megnövekedett, az MSZ EN 1992-1-1:2010 (Eurocode 2) szabvány szerint a vasbetonszerkezetek 400-600 N/mm^2 folyáshatárú betonacéllal készüljenek.

Érdekes, hogy a **hegeszthető betonacélokra** vonatkozó **MSZ EN 10080:2005** európai szabvány termékosztályokat, és így acéljelet sem tartalmaz. Úgy rendelkezik, hogy a termékosztályokat ezzel a szabvánnyal összhangban a folyáshatár mért jellemző értéke (R_e, f_{yk}), a legnagyobb teherhez — a σ - ε diagram legmagasabb pontjához — tartozó fajlagos nyúlás legkisebb mért értéke (A_{gt} = ε_u)[4], a szakítószilárdság (R_m, f_t) és a folyáshatár mért jellemző értékének hányadosa (R_m/R_e), a folyáshatár megkövetelt ($R_{e,act}$) és mért ($R_{e,norm}$) jellemző értékének hányadosa ($R_{e,act}/R_{e,norm}$) stb. alapján kell meghatározni, illetve a gyártónak megadnia. A mért jellemző érték számítását a szabvány p = 0,95 és 0,90 alulmaradási hányad mellett, a vizsgált próbadarabok számának és a mért értékek átlagának és szórásának függvényében teszi lehetővé.

Az MSZ EN 10080:2005 európai szabványhoz képest változást hozott az **MSZ EN 10027-1:2006** európai szabvány, amely az acélok jelölésével foglalkozik. A jelölést alkalmazni kell az Európában szabványosított acélokra, és alkalmazni lehet a szabványon kívüli acélokra. Az MSZ EN 10027-1:2006 szabvány az acélokat a fő felhasználási területre, a mechanikai vagy fizikai tulajdonságokra vagy az összetételre utaló betű és szám kombinációjával jelöli, de a jelölés különleges esetekben további szimbólumokat is tartalmazhat. A jelet angolul „steel names”, németül „Kurznamen”, franciául „désignation symbolique” kifejezéssel illetik. Az MSZ EN 10027-1:2006 szabvány szerint a betonacél betűjele „B”, ezt követi a folyáshatár előírt jellemző értéke (felső: R_{eH} vagy alsó: R_{eL}), vagy folyáshatár nélküli betonacélok esetén a 0,2 %-os egyezményes folyáshatár (R_p) vagy esetleg a névleges folyáshatár (R_t)[5] mindig MPa (N/mm^2) mértékegységben, ezután a duktilitási osztály betűjele áll („A” vagy „B” vagy „C”, lásd az *1. táblázatot*), amelyet az acél megmunkálására utaló betűjel követhet.

A **feszítőacéloknak** van termékosztálya és jele. A **feszítőhuzalok** jelében a feszítőacélok betűjele (Y), a szakítószilárdság előírt jellemző értéke, a feszítőhuzal betűjele (C), a névleges átmérő és a felületképzésre utaló jel szerepel. A feszítőacélok

---

4 A legnagyobb teherhez tartozó fajlagos nyúlás EN 10080:2005 szerinti A_{gt} jele az MSZ EN 1992-1-1:2005 és MSZ EN 1992-1-2:2005 (Eurocode 2) szabványokban ε_u.

5 Általában a 0,5 %-os teher alatti teljes nyúláshoz tartozó névleges folyáshatárt ($R_{t,\,0,5}$) értik alatta.

szilárdsági tulajdonságait a **prEN 10138-1:2000** szabványtervezet szerint általában a szakítóerő előírt jellemző értékével (F_m), a 0,1 %-os egyezményes folyáshatárhoz tartozó húzóerő mért jellemző értékével ($F_{p0,1}$), ezek viszonyával ($F_{p0,1}/F_m$); feszítőhuzalok (**prEN 10138-2:2000**), feszítőpászmák (**prEN 10138:2000**) és feszítőrudak (**prEN 10138-4**) esetén ezek szilárdsági értékével fejezik ki. Feszítőhuzal esetén a 0,1 %-os egyezményes folyáshatárhoz tartozó feszültség mért jellemző értékének ($R_{p0,1}$) és a szakítószilárdság előírt jellemző értékének (R_m) hányadosa ($R_{p0,1}/R_m$) legalább 0,86 legyen. A jellemző érték számítása p = 0,95 alulmaradási hányad mellett történik.

Az *1. táblázat* példákat tartalmaz az acélok korábbi és mai jelölésére.

1. táblázat. Példák az acélok korábbi és mai jelölésére

Termékszabvány jele	Acél jele Példa	Folyáshatár		Szakítószilárdság	
		(kp/mm^2)	N/mm^2	(kp/mm^2)	N/mm^2
Általános rendeltetésű ötvözetlen, melegen hengerelt szerkezeti (szén)acél					
MSZ 500:**1974** Visszavonva	A 50	(28-30)	275-294	(**50**-64)	490-628
MSZ 500:**1989** Visszavonva	Fe 490	-	255-275	-	450-**490**-610
EN 10025:1990 Visszavonva	Fe 510	-	335-355	-	490-**510**
MSZ EN 10025-1:**2005**	S 355	-	**335**-355	-	490-510
MSZ EN 10025-2:**2005**	S355J2 [7]	-	**335**-355	-	490-510
Melegen hengerelt hídszerkezeti acél					
MSZ 112:**1958** Visszavonva	A 50.35.**12**	(**35**)	legalább 343	(**50**-60)	490-589
Melegen hengerelt betonacél vasbeton szerkezetekhez					
MSZ 339:**1987**	B 60.50	(**50**)	legalább 490	(**60**)	legalább 590
MSZ 982:**1987**	BHB 55.50	(**50**)	legalább 490	(**55**)	legalább 540
prEN 10080-1:1999, :**2004** [1] Visszavonva	S 500 A, B, C [2]	-	420-**500**	-	
MSZ EN 10080:**2005** [1]	Nincs jel	-	legalább 500	-	például min. 1,08·500=540
MSZ EN 10027-1:**2006**	B500B [8]	-	legalább 500		például min. 1,08·500=540
Hidegen alakított betonacél vasbeton szerkezetekhez					
MSZ EN 10080:**2005** [1]	Nincs jel	-	0,2 %-os egyezményes folyáshatár jellemző értéke legalább 500	-	például min. 1,05·500=525
MSZ EN 10027-1:**2006**	B500A [9]	-	0,2 %-os egyezményes folyáshatár jellemző értéke legalább 500	-	például min. 1,05·500=525
Hidegen húzott feszítőhuzal feszített vasbeton szerkezethez					
			0,1 %-os egyezményes folyáshatár jellemző értéke		Jellemző érték
MSZ 5720:**1979** (:1987) Visszavonva	1750.Ø MS [3] [4]	-	legalább 1520		legalább **1750**
MSZ 5720:**1993**	1770.Ø S [3] [5]	-	legalább 1520	-	legalább **1770**
prEN 10138-1:**2000** [1] MSZ EN 10027-1:**2006**	Y1770C Ø [3] [6]	-	legalább 1520	-	legalább **1770**
7 eres feszítőpászma feszített vasbeton szerkezethez					
			0,1 %-os egyezményes folyáshatár jellemző értéke		Jellemző érték
MSZ 465:1987	F_p Ø/1860 [3]	-	legalább 1560	-	legalább **1770**
prEN 10138-3:**2000** [1]	Y 1860 S 7 Ø [3] [6]	-	legalább 1560	-	legalább **1770**

Az *1. táblázathoz* tartozó megjegyzések a következő oldalon találhatók.

Megjegyzések az *1. táblázathoz*:

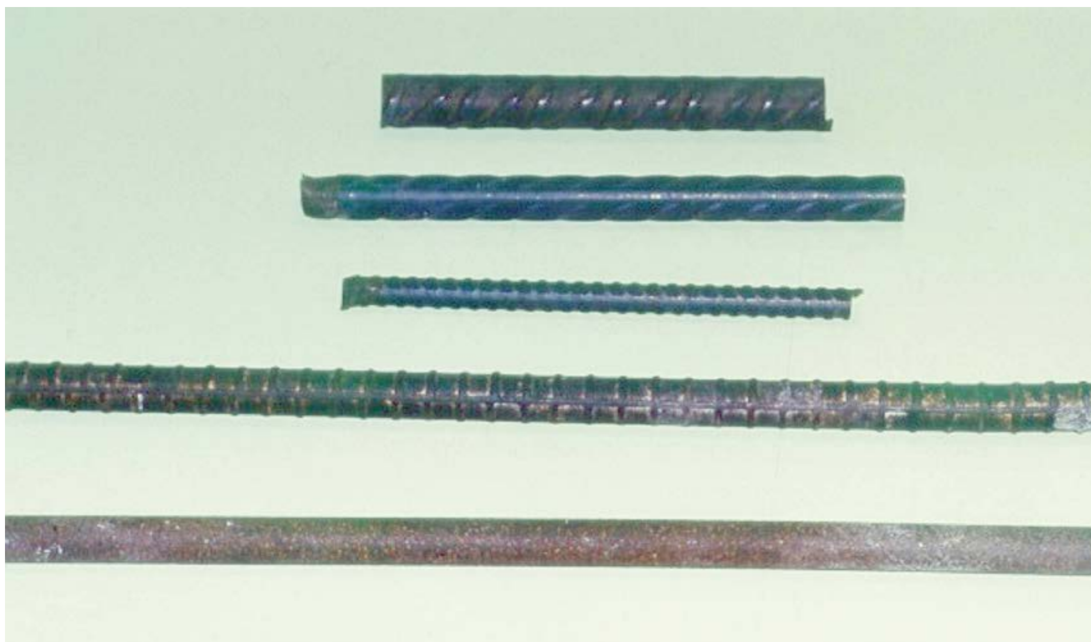
[1)] Az MSZ EN 1992-1-1:2010 (Eurocode 2) Betonszerkezetek tervezése. 1-1. rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok c. szabvány prEN 10080 szerinti betonacél és EN 10138 szerinti feszítőhuzal alkalmazását írja elő.

Jelölések magyarázata:

2) *A, B, C* duktilitási (alakíthatósági) osztály egyik követelménye, a szakítószilárdság és a folyáshatár hányadosa jellemző értékének megengedett legkisebb értéke, rendre ≥ 1,05; ≥ 1,08; ≥ 1,15, de < 1,35. Ez a hányados mintegy 15 évvel ezelőtt még jelentősen nagyobb szám volt (lásd MSZ 500:1989), azaz az újabb gyártmányok esetén a folyáshatár közelít a szakítószilárdsághoz.
A másik követelmény a legnagyobb teherhez tartozó fajlagos megnyúlás jellemző (karakterisztikus) értékének megengedett legkisebb értéke, rendre: $2{,}5\% \leq \varepsilon_{uk} < 5{,}0\%$ (*A* osztály); $5{,}0\% \leq \varepsilon_{uk} < 7{,}5\%$ (*B* osztály); $7{,}5\% \leq \varepsilon_{uk}$ (*C* osztály) (MSZ EN 1992-1-1:2010).
3) Ø = Névleges átmérő mm-ben. Szokásos jele továbbá: *d*
4) MS a jel végén = Megeresztett (hőkezelt) sima kivitel, ma már nem járatos
5) S a jel végén = Stabilizált kivitel
6) A prEN 10138 európai szabványtervezet sorozatban C a feszítőhuzal jele, S a pászma jele a huzalok számával (valamint H a melegen hengerelt rúd jele)
7) A példakénti J2 jel a -20 ºC hőmérsékleten, bemetszett próbatesten mért megkövetelt 27 joule ütőmunkát jelenti (MSZ EN 10027-1:2006 szabvány 1. táblázata)
8) Tartószerkezetek, hidak építése során alkalmazzuk, nagyobb alakíthatósága miatt.
9) Elsősorban hegesztett síkhálók készítésének az anyaga.

Az SI mértékegység rendszer 1976. évi bevezetése az erő mértékegységében változást hozott. Az *1. táblázatban* az 1 kp = 9,81 kg·m/s^2 = 9,81 N ~ 10 N szerinti átszámítás nyomai a szilárdsági adatokban fellelhetők.

MEGJEGYZÉS: A B500A jelű (MSZ EN 10027-1:2006) betonacél lényegében a BHB55.50 jelű (MSZ 982:1987) hidegen alakított betonacélnak, a B500B jelű (MSZ EN 10027-1:2006) betonacél a B60.50 jelű (MSZ 339:1987) melegen hengerelt betonacélnak felel meg.



4. ábra. Melegen hengerelt betonacél

Az MSZ EN 10080:2005 európai forrásszabványának előszavában olvashatjuk, hogy ebben európai szabványban nem határoztak meg műszaki osztályokat (technical classes, technische Klassen). A műszaki osztályokat ezzel a szabvánnyal összhangban a folyáshatár, a legnagyobb teherhez tartozó nyúlás, a szakítószilárdság és folyáshatár hányadosa, a folyáshatár mért és előírt értékének hányadosa, a tartós lüktető szilárdság, a hajlíthatóság, a hegeszthetőség és a kapcsolati szilárdság alapján kell megállapítani.

Az európai szabvány német verzióját (DIN EN 10080:2005) német nemzeti előszóval is ellátták. Ebben arról írnak, hogy ennek a szabványnak az alapján betonacélt rendelni és/vagy szállítani nem lehet. Betonacélt csak olyan termék specifikáció alapján (adott esetben ilyen lehet valamely európai szabvány, műszaki specifikáció, nemzeti szabvány vagy általános építésfelügyeleti engedély) szabad forgalmazni, amelyben a műszaki osztály meghatározása megtalálható. Ha a termék specifikációban szereplő meghatározások ezzel a szabvánnyal összhangban vannak, akkor a termék specifikáció alapján gyártott termékek a CE-jellel elláthatók, feltéve, hogy a tulajdonságaik a követelményeknek megfelelnek. A német nemzeti DIN 488 szabványsorozat tagjainak e szellemben történő átdolgozása folyamatban van. A német verzió szerint műszaki osztály alatt „teljesítmény jel"-lel (Leistungsmerkmal) ellátott betonacélt értenek, amely a hozzárendelt termékszámmal azonosítható be.

A betonacél szállítmány minőségi bizonylatán a gyártó megnevezésének is szerepelnie kell.

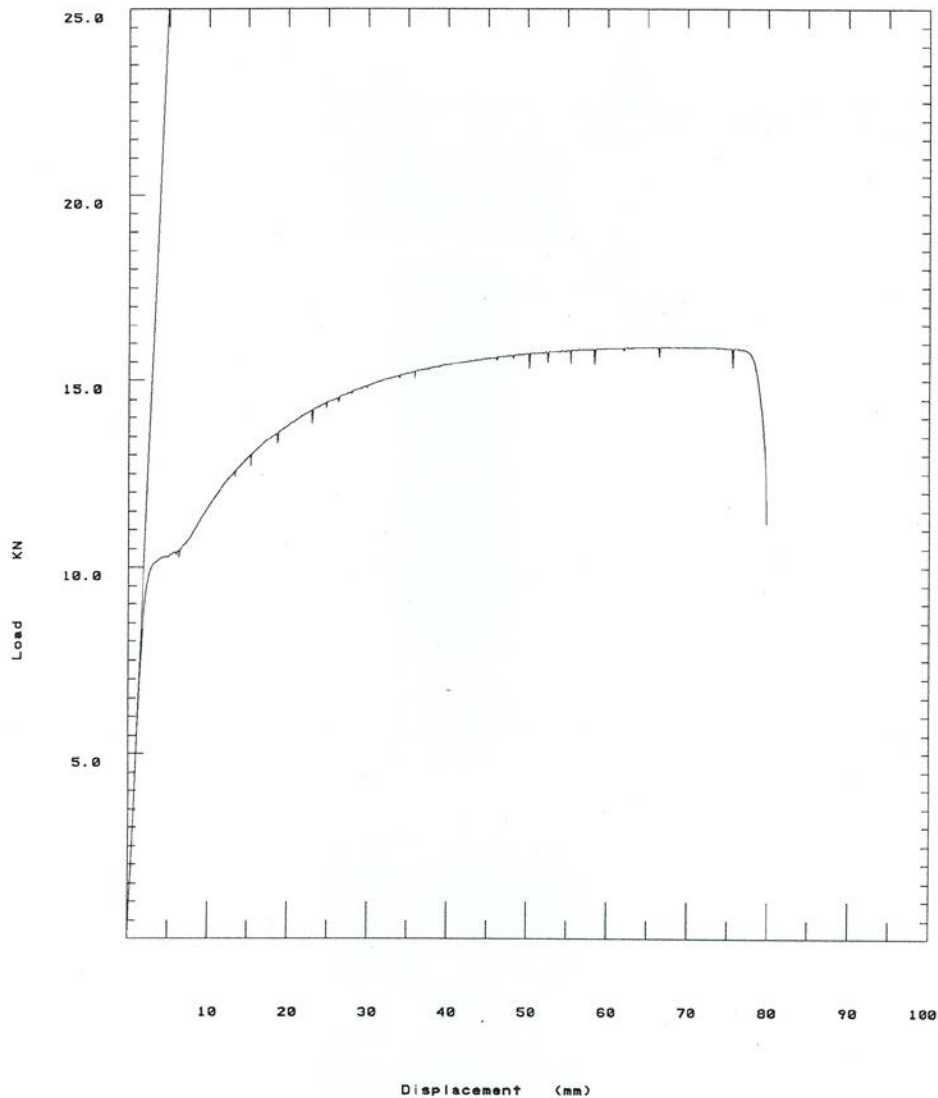
A gyártómű vizsgáló laboratóriuma a szilárdság és nyúlás mérési eredmények jellemző értékét a vizsgálati eredmények átlaga, szórása és száma alapján az **MSZ EN 10080:2005** szabvány 8.5. szakasza illetve 16. és 17. táblázata szerint számíthatja ki. A tétel így meghatározott jellemző értéken alapuló minősítése — az elfogadás vagy az elutasítás melletti döntés — helyességének a valószínűsége 90 %. A beépítéskori minőségellenőrzés során a szakítószilárdság, a folyáshatár és a nyúlás előírt jellemző értéke előírt minimum értéknek számit.

2. táblázat. Az MSZ 339 és MSZ EN 10080 szabványban, valamint az MSZ EN 1992-1-1 és MSZ EN 1992-1-2 szabványban használt jelek összehasonlítása

	MSZ 339 MSZ EN 10080	MSZ EN 1992-1-1 MSZ EN 1992-1-2
Folyáshatár	R_e	f_y
Terhelt állapotban, 0,2 % nem arányos nyúlásnál mért egyezményes folyáshatár	$R_{p0,2}$	$f_{p0,2}$
Szakítószilárdság	R_m	f_t
A szakítószilárdság/folyáshatár aránya, duktilitása (alakíthatósága)	R_m/R_e	f_t/f_y
Százalékos teljes nyúlás a legnagyobb terheléskor	A_{gt}	ε_u
Névleges átmérő	d	Ø

Betonacél tulajdonságai és vizsgálata

A *5. ábrán* példát látunk a melegen hengerelt betonacél húzókísérlet alatt felvett szakító diagramjára. A vízszintes tengelyen lévő (mért) $\Delta L = L - L_0$ [mm] megnyúlás értékekből az $\varepsilon = \Delta L/L_0$, illetve a diagramban történő ábrázoláshoz az $\varepsilon^{\%} = 100 \cdot \Delta L/L_0$ fajlagos alakváltozás értékek, a függőleges tengelyen lévő (mért) F húzóerő értékekből az $\sigma = F/A$ [N/mm^2] húzófeszültség értékek számíthatók ki. A kezdeti rugalmassági modulus értékét az origóból induló egyenes hajlásszögének iránytangense fejezi ki: $E = \mathrm{tg}\alpha = \sigma/\varepsilon$ [N/mm^2]. Fentiekben L a megnyúlt hossz, és L_0 a hosszmérés alaphosszának jele.



5. ábra. Példa a melegen hengerelt betonacél szakító diagramjára

Példaképpen számítsuk ki egy melegen hengerelt betonacél szilárdsági és alakváltozási jellemzőit, amelynek húzókísérlete során a következő adatokat mértük:

A próbapálca névleges átmérője:	$d_{\text{névl}}$ =	12 mm
A próbapálca tömege:	M =	695 g
A próbapálca hossza:	ℓ =	801 mm
A próbapálca befogási hossza (a megnyúlás mérési alaphossza):	L_0 =	400 mm
A felső folyáshatárhoz tartozó húzóerő:	$R_{\text{e,felső,test,i}}$ =	67,5 kN
A felső folyáshatárhoz tartozó megnyúlás:	$\Delta L_{\text{felső folyáshatár}}$ =	11 mm [6]
Az alsó folyáshatárhoz tartozó megnyúlás:	$\Delta L_{\text{alsó folyáshatár}}$ =	17 mm
A szakítóerő:	$R_{\text{m,test,i}}$ =	76,0 kN
A legnagyobb teherhez tartozó nyúlás:	ΔL_u =	63 mm
A megnyúlás 5· $d_{\text{névl}}$ = 60 mm hosszon:	$\Delta L_{5\cdot d}$ =	72,9 – 60 = = 12,9 mm

[6] Lásd a 6 lábjegyzetet.

Befűződött (kontrahált) átmérő a szakadás helyén: $d_{\text{kontrahált}}$ = 9,0 mm
Az acél testsűrűsége: $\rho_{\text{acél}}$ = 7,85 g/cm^3

MEGJEGYZÉS: Az acél termékszabványok – az alábbi példával ellentétben – úgy rendelkeznek, hogy a betonacél szilárdsági tulajdonságait (folyáshatár, szakítószilárdság) a névleges átmérővel, illetve névleges keresztmetszeti területtel kell kiszámítani.

Számítási eredmények:

A próbapálca helyettesítő keresztmetszeti területe:

$$A_0 = \frac{M}{\rho_{acél} \cdot \ell} = \frac{695}{7{,}85 \cdot 80{,}1} = 1{,}105\ cm^2 = 110{,}5\ mm^2$$

A próbapálca helyettesítő átmérője:

$$d_0 = \sqrt{\frac{4 \cdot A_0}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 110{,}5}{3{,}14}} = 11{,}9\ mm$$

Folyáshatár:

$$\sigma_{folyáshatár} = \frac{R_{e,\ felső,test,i}}{A_0} = \frac{67500}{110{,}5} = 610{,}9\ N/mm^2$$

A felső folyáshatárhoz tartozó fajlagos megnyúlás:

$$\varepsilon_{felső\ \ folyáshatár}^{\ \%} = \frac{\Delta L_{felső\ \ folyáshatár}}{L_0} \cdot 100 = \frac{11}{400} \cdot 100 = 2{,}75\ \%$$ [7]

Az alsó folyáshatárhoz tartozó fajlagos megnyúlás:

$$\varepsilon_{alsó\ \ folyáshatár}^{\ \%} = \frac{\Delta L_{alsó\ \ folyáshatár}}{L_0} \cdot 100 = \frac{17}{400} \cdot 100 = 4{,}25\ \%$$

Szakítószilárdság:

$$\sigma_{szakító} = \frac{R_{m,test,i}}{A_0} = \frac{76000}{110{,}5} = 687{,}8\ N/mm^2$$

Szakítóerő és a folyáshatárhoz tartozó erő hányadosa a duktilitás (alakíthatóság) egyik

---

[7] A felső folyáshatárhoz tartozó fajlagos megnyúlás fenti, mért értékénél nagyságrenddel kisebb érték a folyáshatár kezdetéhez tartozó fajlagos megnyúlás, amelyet egyszerű hosszméréssel igen nehéz meghatározni, és elméleti értékét (ε_y) a folyáshatár kezdetének (f_y = 500 N/mm^2) és a betonacél névleges rugalmassági modulusának (E_s = 200000 N/mm^2) hányadosaként lehet kiszámítani: $\varepsilon_y^{‰}$ = (500/200000)·1000 = 2,5 ‰. Ennek a biztonsági tényezővel (γ_s = 1,15) csökkentett értéke a folyáshatár kezdetéhez tartozó fajlagos megnyúlás *tervezési* értéke: $\varepsilon_{yd}^{‰} = \varepsilon_y^{‰}/1{,}15 \approx 2{,}175$ ‰, Kausay

jellemzője:

$$\frac{R_m}{R_e} = \frac{76{,}0}{67{,}5} = 1{,}13 \rangle 1{,}08 \Leftarrow a \text{ } B \text{ duktilitási osztály egyik követelménye}$$

Legnagyobb teher alatti nyúlás a duktilitás (alakíthatóság) másik jellemzője:

$$\varepsilon_u{}^{\%} = \frac{\Delta L_u}{L_0} \cdot 100 = \frac{63}{400} \cdot 100 = 15{,}75\ \% \Leftarrow a \text{ } C \text{ duktilitási osztály másik követelménye}$$

Fajlagos megnyúlás $5 \cdot d_{névl} = 5 \cdot d_{névl} = 5 \cdot 12 = 60$ mm hosszon:

$$\varepsilon_{5 \cdot d}\,\% = \frac{\Delta L_{5 \cdot d}}{60} \cdot 100 = \frac{12{,}9}{60} \cdot 100 = 21{,}50\ \%$$

Kontrakció:

$$Z^{\%} = \frac{A_0 - A_{kontrahált}}{A_0} \cdot 100 = \frac{d_0{}^2 - d_{kontrahált}{}^2}{d_0{}^2} \cdot 100 = \frac{11{,}9^2 - 9{,}0^2}{11{,}9^2} \cdot 100 = 42{,}8\ \%$$

Értékelés: A példabeli betonacél megfelel az MSZ EN 10080-1:2005 európai szabvány szerinti 500 *C* (folyáshatár és duktilitás, azaz alakíthatóság) minőségi osztálynak.



6. ábra.
Betonacél szakadási képe

---

amelynek a vasbetontartó III. feszültségállapotban (törésállapotban) való méretezésénél van szerepe.
Kausay



7. ábra.
Betonacél szakadási képe

A betonacél rudak és huzalok vizsgálatával az MSZ EN ISO 15630-1:2011, a hegesztett síkhálók vizsgálatával az MSZ EN ISO 15630-2:2011, a feszítőacélok vizsgálatával MSZ EN ISO 15630-3:2011szabvány foglalkozik.

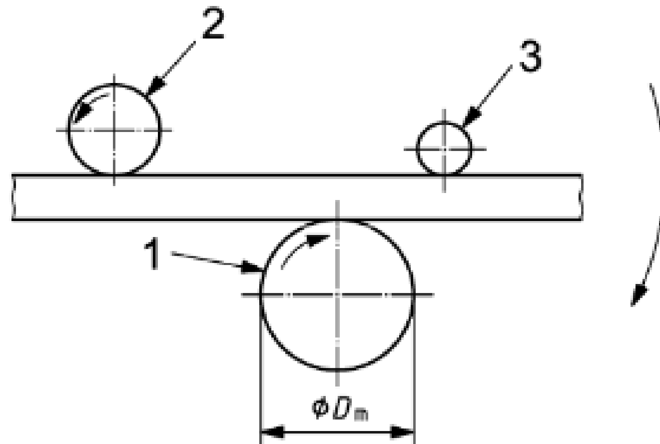
Az MSZ EN ISO 15630-1:2011 szabvány a betonacél rudak és huzalok (betonacélok, azaz nem feszítőhuzalok) húzó, hajlító, vissza-hajlító, axiális tartós rezgés (lengés, fárasztás), kémiai, geometriai és tömeg vizsgálatát, valamint a „vonatkoztatott bordafelület", illetve „vonatkoztatott keresztmetszet" meghatározását szabályozza. A „vonatkoztatott bordafelület" (Bezogene Rippenfläche) fogalmának meghatározása (definíciója) a DIN 488-3:1984 szabványban is megtalálható.

Az MSZ EN ISO 15630-2:2011 szabványban a hegesztett síkhálók húzó, hegesztés környezeti hajlító, csomóponti nyíró, axiális tartós rezgés (lengés, fárasztás), kémiai és geometriai vizsgálatát tárgyalják.

Az MSZ EN ISO 15630-3:2011 szabványban a feszítőacélok húzó, hajlító, ISO 7801:1984 szerinti hajtogató, 120 órás izotermikus relaxáció, axiális tartós rezgés (lengés, fárasztás), ammónium- vagy kálium-tiocianát[8]-oldatban korrodált feszítőacél szakadási idejének, 20°-os tört-tengelyű húzó, kémiai, geometriai, tömeg és a „vonatkoztatott bordafelület" vizsgálatát írják le.

Egyes vizsgálatok elve, elrendezése a 8. – 13. ábrán látható.

[8] A tiocinátot, amely egy anion, nevezik például szulfocianátnak is, régebbi neve rodanid volt. Kémiai képlete: $[SCN]^-$
Kausay

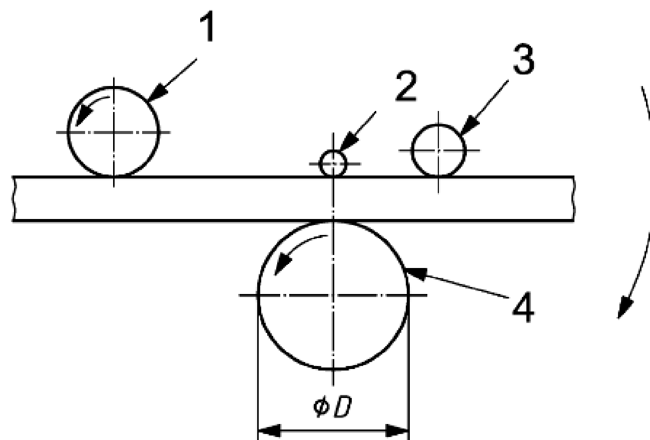


Legende

1 Biegedorn
2 Auflager
3 Mitnehmer

Bild 1 — Prinzip einer Biegevorrichtung

8./a ábra. Betonacélok MSZ EN ISO 15630-1:2011 és feszítőhuzalok MSZ EN ISO 15630-3:2011 szabványbeli hajlító vizsgálatának elrendezése



Legende

1 Auflager
2 Kreuzender Draht
3 Mitnehmer
4 Biegedorn

Bild 2 — Prinzip einer Biegevorrichtung

8./b ábra. Hegesztett síkhálót alkotó betonacélok MSZ EN ISO 15630-2:2011 szabványbeli hegesztés környezeti hajlító vizsgálatának elrendezése

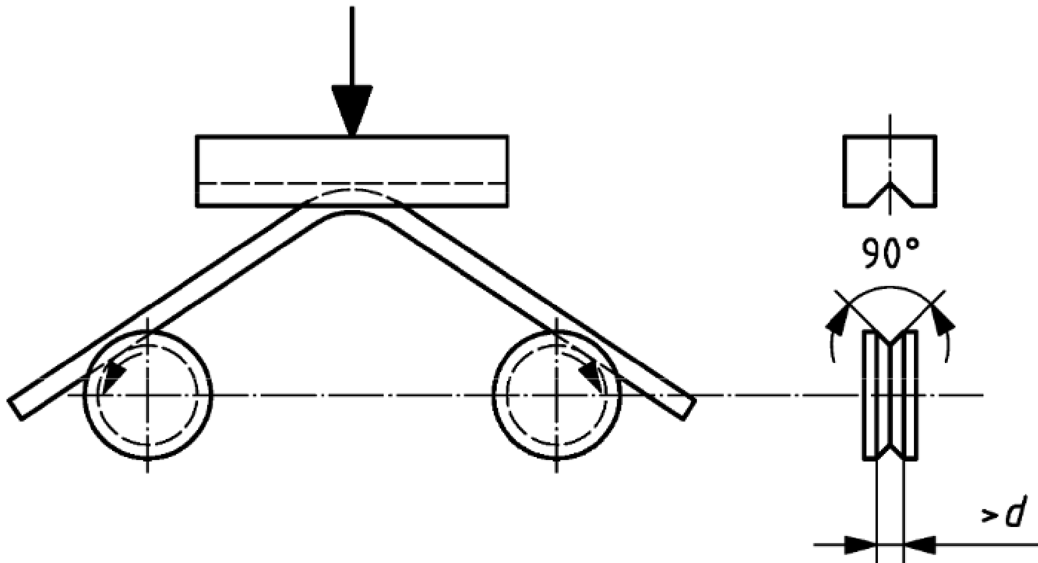
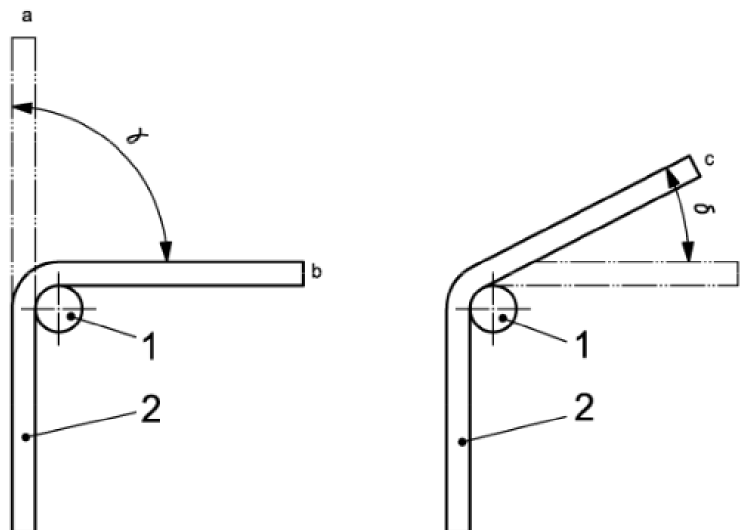


Bild 3 — Beispiel für eine Rückbiegevorrichtung

9./a ábra. Betonacélok MSZ EN ISO 15630-1:2011 szabványbeli vissza-hajlító vizsgálatának változatai



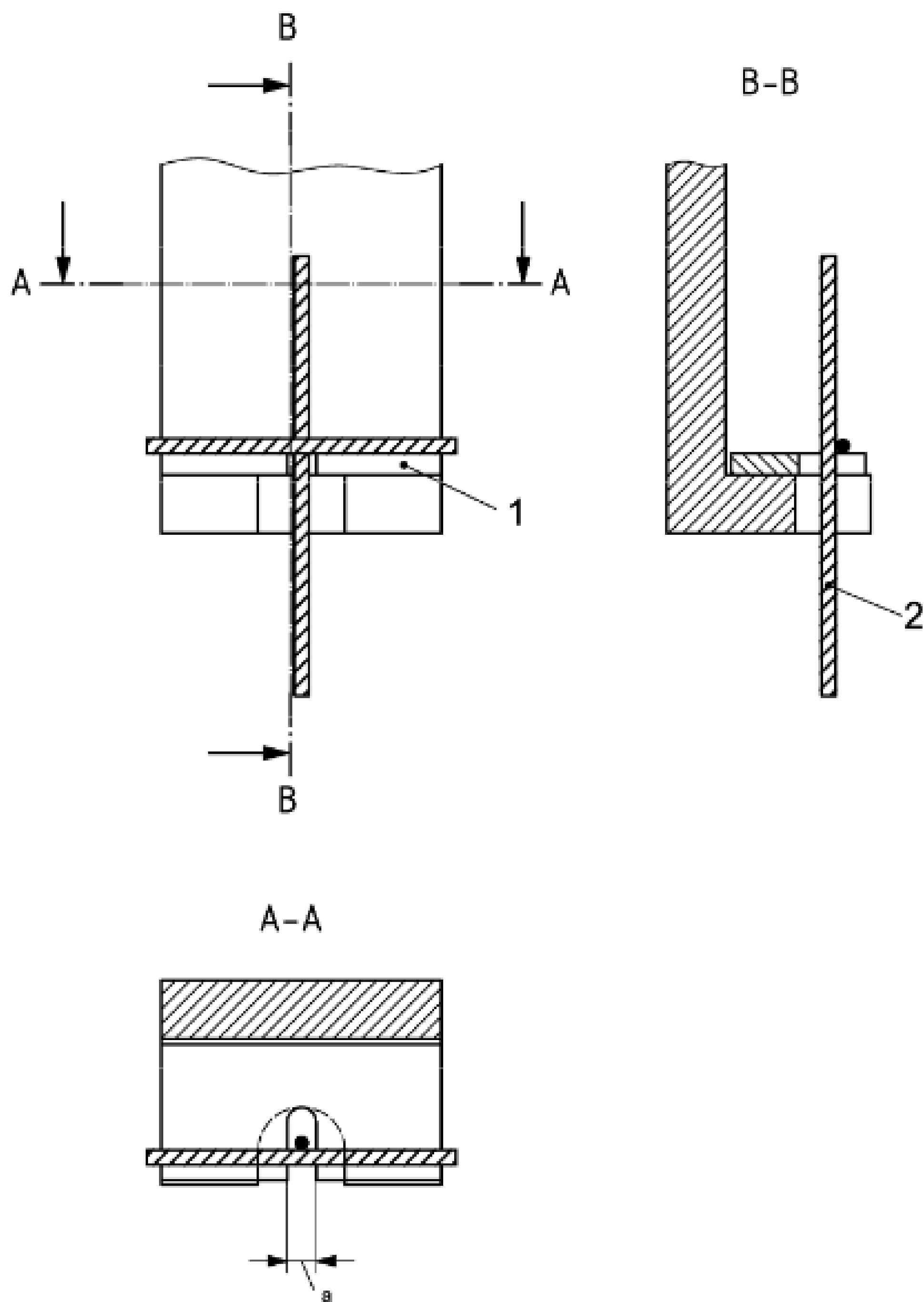
Legende

1 Dorn
2 Probe

a Ausgangsstellung
b Stellung nach dem in 7.3.2 beschriebenen Arbeitsgang
c Stellung nach dem in 7.3.4 beschriebenen Arbeitsgang

Bild 4 — Veranschaulichung des Verfahrens für Rückbiegeversuche

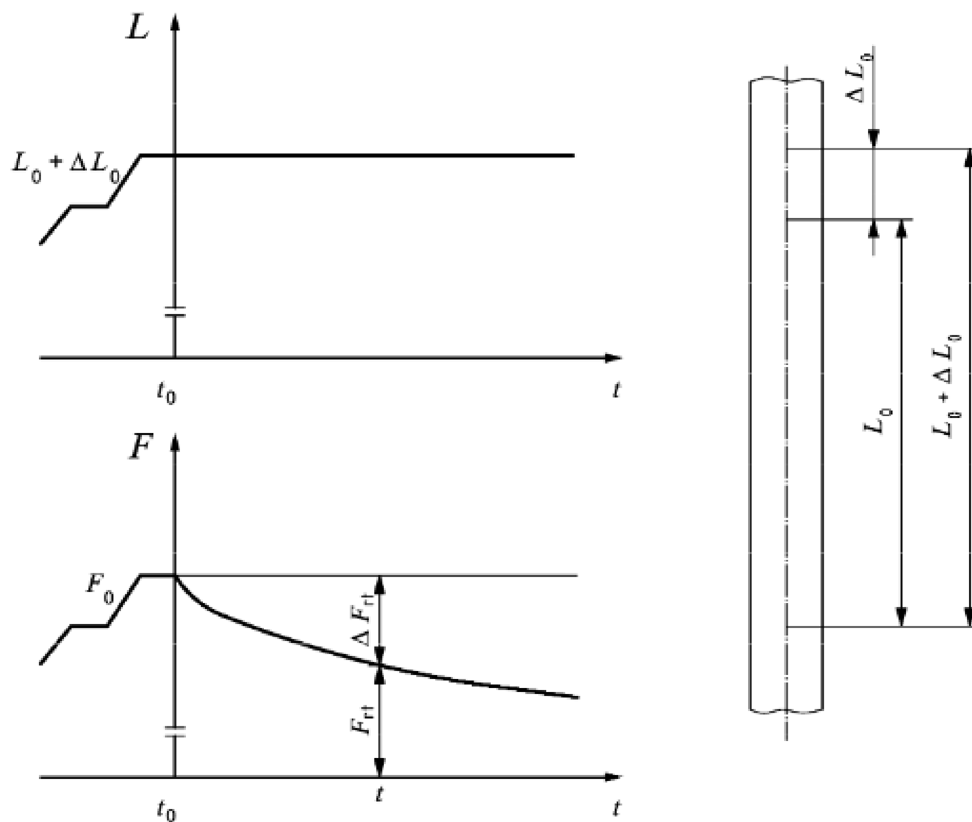
9./b ábra. Betonacélok MSZ EN ISO 15630-1:2011 szabványbeli vissza-hajlító vizsgálatának változatai



a) **Beispiel für Halter des Typs a**

Bild 3 — Beispiele für Halter der Typen a, b und c *(fortgesetzt)*

10. ábra. Hegesztett síkhálók MSZ EN ISO 15630-2:2011 szabványbeli csomóponti nyíró vizsgálatának lehetséges elrendezése

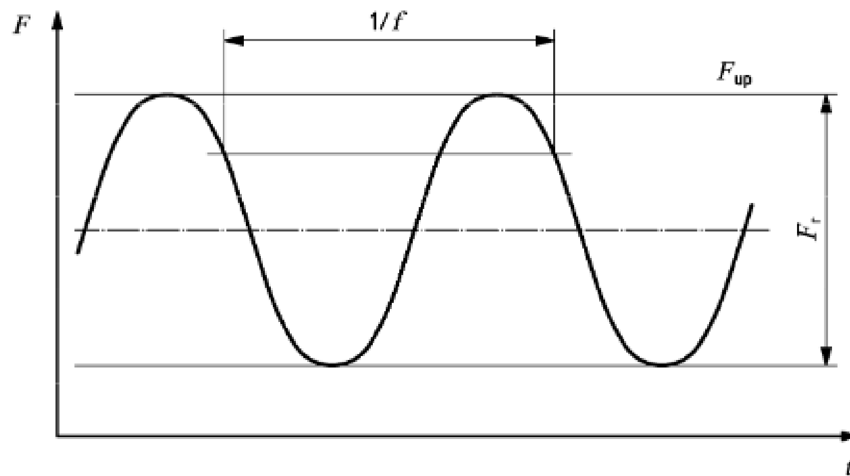


Legende

t Zeit
L Länge
F Kraft

Bild 2 — Prinzip des isothermischen Relaxationsversuches

11. ábra. Feszítőhuzalok MSZ EN ISO 15630-3:2011 szabványbeli izotermikus relaxáció vizsgálatának elve



Legende

t Zeit
F Kraft

Bild 4 — Lastwechsel-Diagramm

12. ábra. Betonacélok MSZ EN ISO 15630-1:2011, hegesztett síkhálók MSZ EN ISO 15630-1:2011, feszítőhuzalok MSZ EN ISO 15630-3:2011 szabványbeli axiális fárasztó vizsgálatának terhelési diagramja

11.3.2 Maße

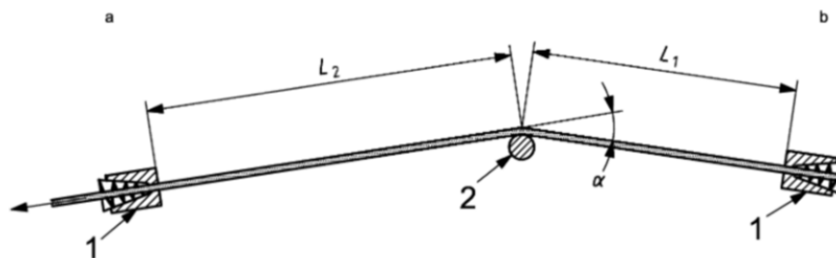
Die Maße der in Bild 5 dargestellten Prüfeinrichtung müssen wie folgt sein:

L_1: (700 ± 50) mm;

L_2: ≥ 750 mm;

α: 20° ± 0,5°.

Die Achse des Dornes muss senkrecht zur Ebene liegen, die durch die aktive und die passive Verankerung und die Mitte des Dornes gebildet wird.



Legende

1 Verankerung
2 Zentraler Dorn

a Aktive Seite
b Passive Seite

Bild 5 — Hauptmerkmale der Einrichtung für den Umlenk-Zugversuch

13. ábra. Feszítőhuzalok MSZ EN ISO 15630-3:2011 szabványbeli 20º-os tört-tengelyű húzó vizsgálatának elrendezése

HIDEGEN HÚZOTT FESZÍTŐHUZALLAL KAPCSOLATOS FOGALMAK

A hidegen húzott feszítőhuzal (és betonacél) nem rendelkezik határozott folyáshatárral.

Névleges folyáshatár

Névleges folyáshatárnak tekintjük a teljes alakváltozás 0,5 vagy 1,0 %-ához tartozó feszültséget. A névleges folyáshatárt a σ - ε szakító diagramból úgy kapjuk meg, hogy az $\varepsilon^{\%}$ = 0,5 vagy 1,0 %-os pontból párhuzamost húznak a függőleges tengellyel (ordinátával), amely a görbéből kimetszi a névleges folyáshatárt (*14. ábra*).

Egyezményes folyáshatár

Egyezményes folyáshatárnak a feszítőhuzalok esetén a 0,1 %-os, a hidegen alakított betonacélok esetén a 0,2 %-os maradó nyúlást okozó feszültséget nevezzük.

Az egyezményes folyáshatárt úgy szerkesztik meg, hogy a σ - ε szakító diagram vízszintes tengelyének 0,1 %-os vagy 0,2 %-os pontjából párhuzamost húznak a görbe kezdeti érintőjével (Az előbbire példa a *14. ábrán* látható).

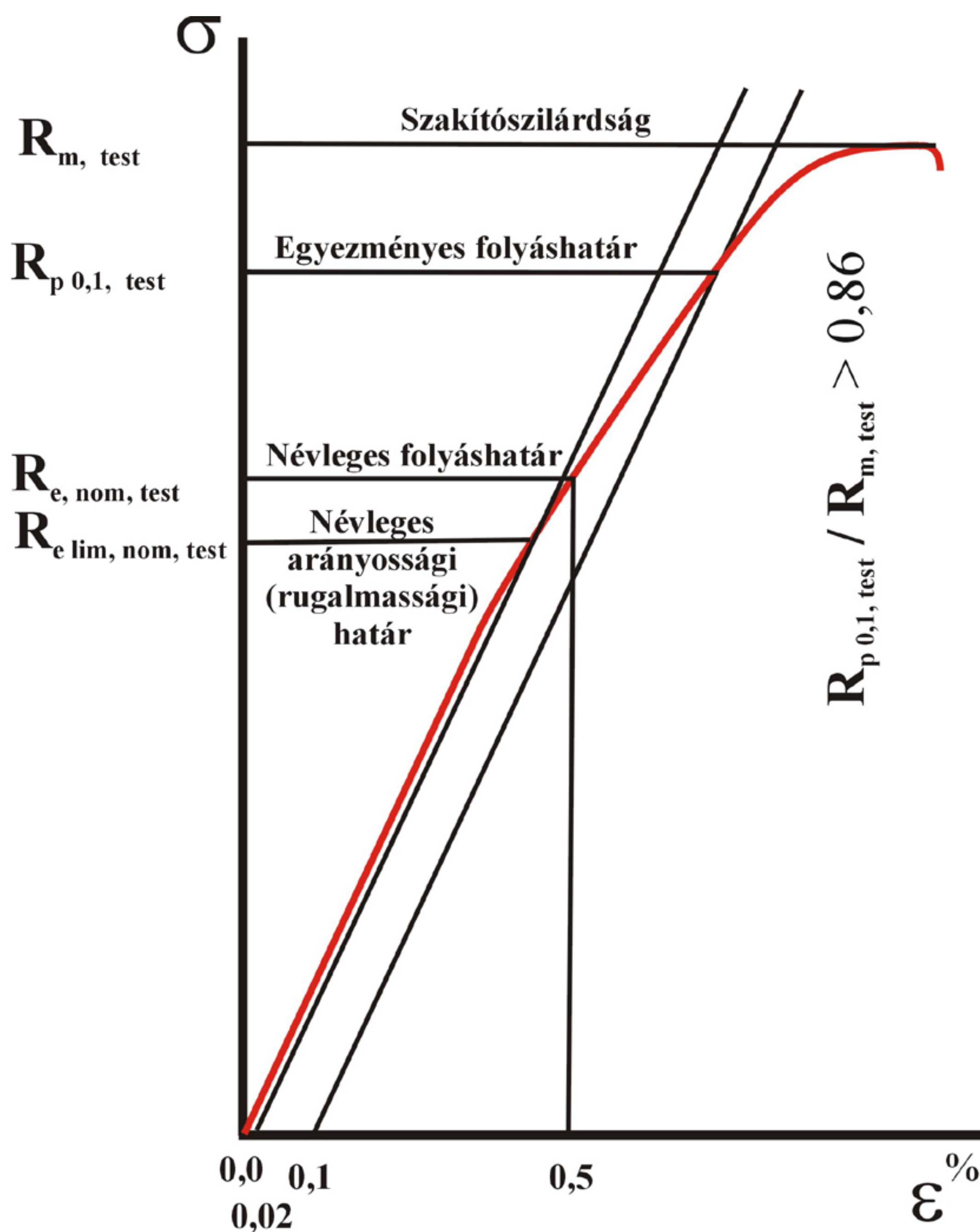
Névleges arányossági határ vagy más néven névleges rugalmassági határ

Névleges arányossági határ a 0,02 %-os maradó nyúlást okozó feszültség.

E határ alatt tehermentesítéskor lényegében csak rugalmas alakváltozások következnek be, de hibahatárként megengedjük a 0,02 %-os maradó alakváltozás felléptét (*14. ábra*).

Maradó nyúlás

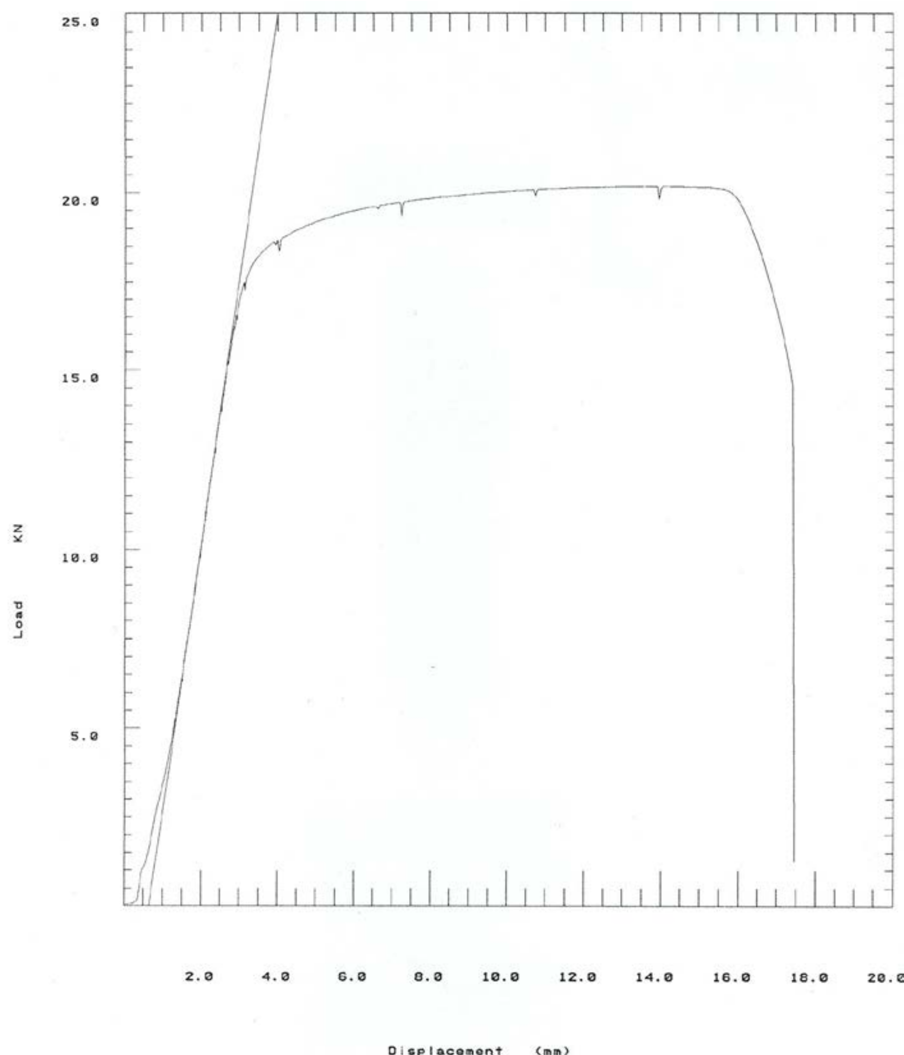
Maradó nyúlás = Teljes nyúlás - Rugalmas nyúlás



14. ábra. A feszítőhuzal σ - ε görbéjének névleges és egyezményes folyáshatára, névleges arányossági (rugalmassági) határa

HIDEGEN HÚZOTT BETONACÉL ÉS FESZÍTŐHUZAL TULAJDONSÁGAI ÉS VIZSGÁLATA

A *15. ábrán* példát látunk a hidegen húzott betonacél húzókísérlet alatt felvett szakító diagramjára. A hidegen alakított betonacélnak (és a feszítőhuzalnak) nincs tényleges folyáshatára.

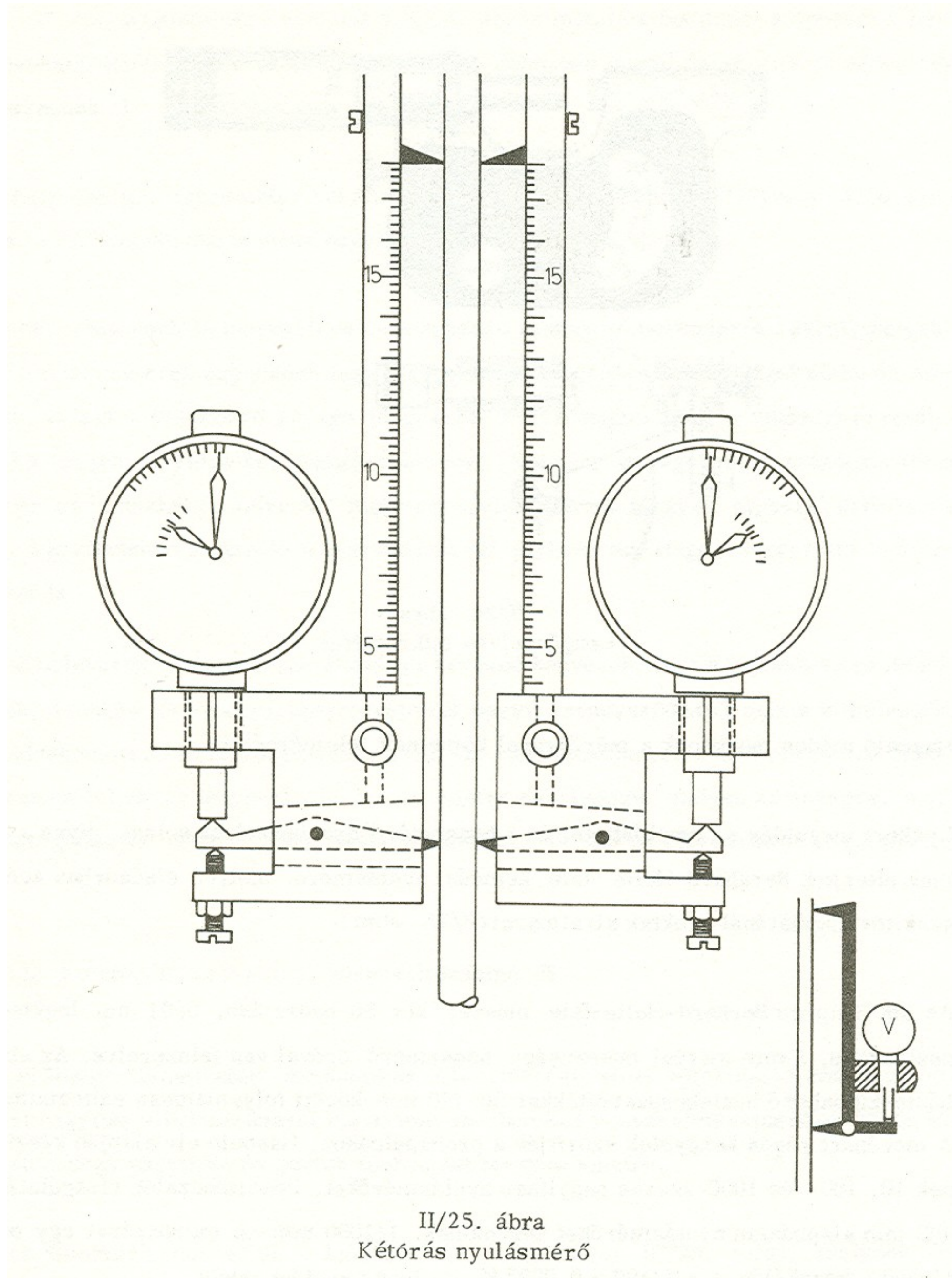


15. ábra. Példa a hidegen húzott betonacél szakító diagramjára

Megjegyzés: A hidegen húzott feszítőhuzalok mellett újabban stabilizált betonfeszítő huzalokat is gyártanak. Az eljárás abból áll, hogy a folyamatosan haladó huzalt kb. a szakítóerő felével megfeszítik, és ebben az állapotban termomechanikus kezelést végeznek. Ezáltal a feszítőhuzal folyáshatára és szakítószilárdsága megnő, relaxációja csökken, beépítési feszültségállapota tartósabb lesz.

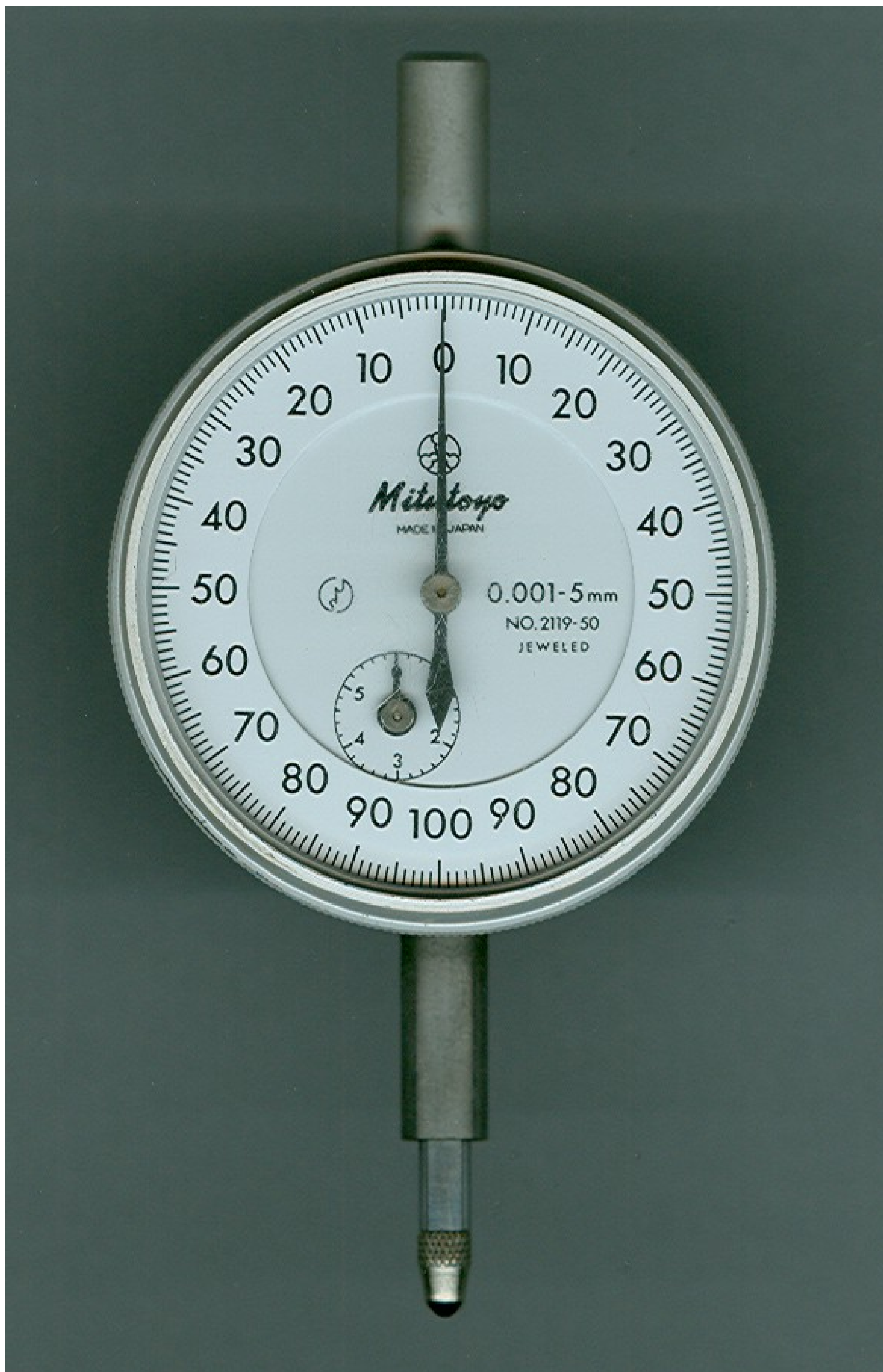
A relaxáció, más néven ernyedés, a kúszás fogalmának inverze (megfordítottja), amely a feszítőerő lassú csökkenését jelenti gátolt alakváltozás mellett.

Példaképpen számítsuk ki a *3. táblázatban* egy hidegen húzott feszítőhuzal erő és — indikátor órákon leolvasott — nyúlás adataiból a σ - ε görbéjének pontjait. A nyúlást a feszítőhuzalra szerelt, két indikátor órás (*17. ábra*) tenzométer elven működő mechanikus nyúlásmérővel, 110 mm alaphosszon mértük úgy, ahogy az *Weiss György* könyvében szerepel (*16. ábra*).



II/25. ábra
Kétórás nyulásmérő

16. ábra. A két indikátor órás mechanikus nyúlásmérő elrendezési rajza.
Forrás: Weiss György: Építőipari laboratóriumi méréstechnika és műszerismeret. I. kötet. Építésügyi Tájékoztatási Központ. Budapest, 1974.



17. ábra. Elmozdulás mérő indikátor mérőóra

3. táblázat. Számpélda a feszítőhuzal σ - ε görbéjének felvételére

Feszítőhuzal σ–ε görbéjének felvétele								
F, erő	Óraleolvasás, mm		$\Sigma\Delta l_{bal}$	$\Sigma\Delta l_{jobb}$	$\Sigma\Delta l_{átl}$	$\Sigma\Delta l_{javított}$	ε	σ
kN	bal	jobb	mm		mm	mm	%	N/mm^2
0	-	-	-	-	-	0,000	0,000	0
6	0,516	0,271	0,000	0,000	0,000	0,164	0,149	305
10	0,629	0,380	0,113	0,109	0,111	0,275	0,250	508
14	0,740	0,490	0,224	0,219	0,222	0,386	0,351	712
18	0,846	0,598	0,330	0,327	0,329	0,493	0,448	915
22	0,953	0,708	0,437	0,437	0,437	0,601	0,547	1118
26	1,068	0,818	0,552	0,547	0,550	0,714	0,649	1322
30	1,119	0,947	0,603	0,676	0,640	0,804	0,731	1525
32	1,302	1,049	0,786	0,778	0,782	0,946	0,860	1627
34	1,770	1,512	1,254	1,241	1,248	1,412	1,283	1729
			Órák nullázása úgy, hogy az egyes óraleolvasásokból kivonjuk a kezdő óraleolvasást. Példa: 1,770-0,516=1,254		Előző két oszlop átlaga.	Kezdő nyúlás értékének javítása hasonló háromszögekből. Példa:	$\Sigma\Delta l_{javított}$ osztva az L_o mérési alap-hosszal. Példa: $\frac{1{,}412}{L_0=110}*100=1{,}283$	F erő [N] osztva a névleges kereszt-metszettel ($19{,}67\ mm^2$)

$$\Delta l_{kezdő,\,javított} = F_{kezdő} * \frac{\Sigma\Delta l_{átlag}}{F}$$

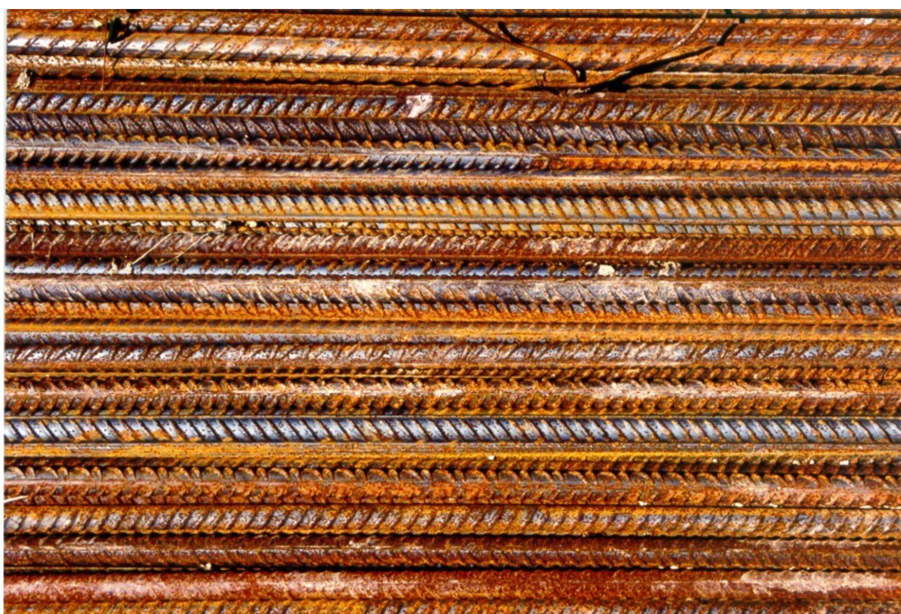
A számpélda esetén:

$$0{,}164 = 6 * \frac{0{,}329 - 0{,}000}{18 - 6}$$

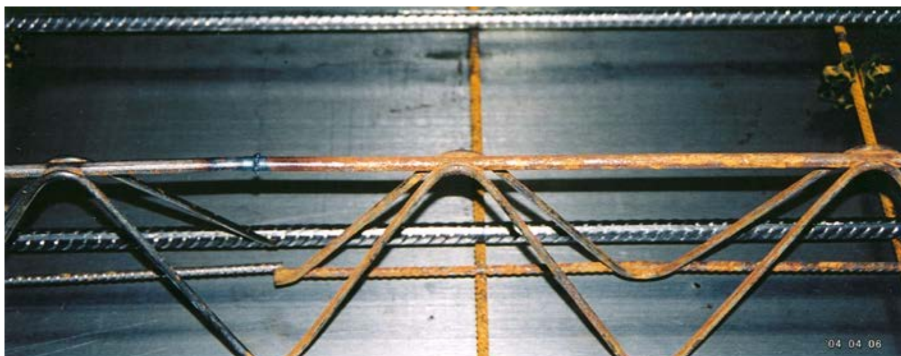
FÉNYKÉPEK BETONACÉLOKRÓL



18. ábra. Betonacél tekercsek



19. ábra. Szabadban tárolt bordás betonacél



20. ábra. Hegesztett betonacél szerelvény



21. ábra. Hegesztett betonacél szerelvények a tárolótéren



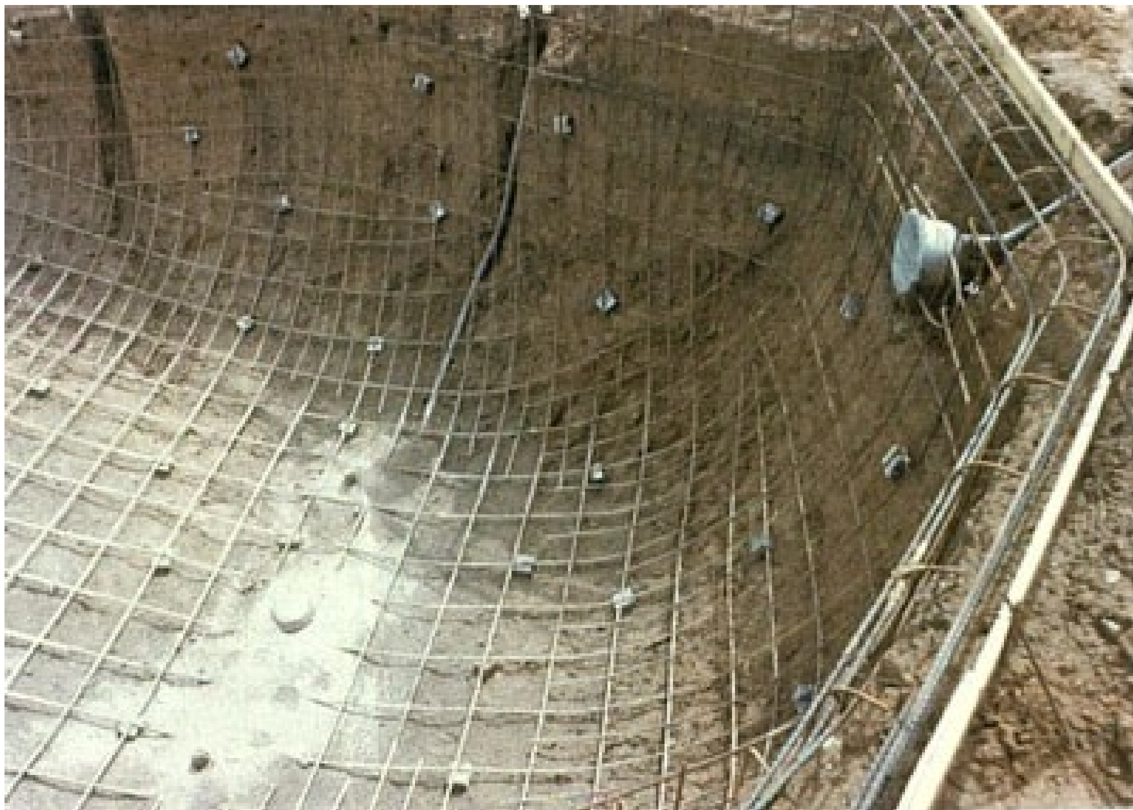
22. ábra. Hegesztett betonacél szerelvények a tárolótéren



23. ábra. Hegesztett betonacél szerelvények a tárolótéren



24. ábra. Monolit vasszerelés, kötözött csomópontokkal



25. ábra. Szabálytalan alakú úszómedence hátbetonjának vasszerelése



26. ábra. Szabálytalan alakú úszómedence hátbetonjának vasszerelése



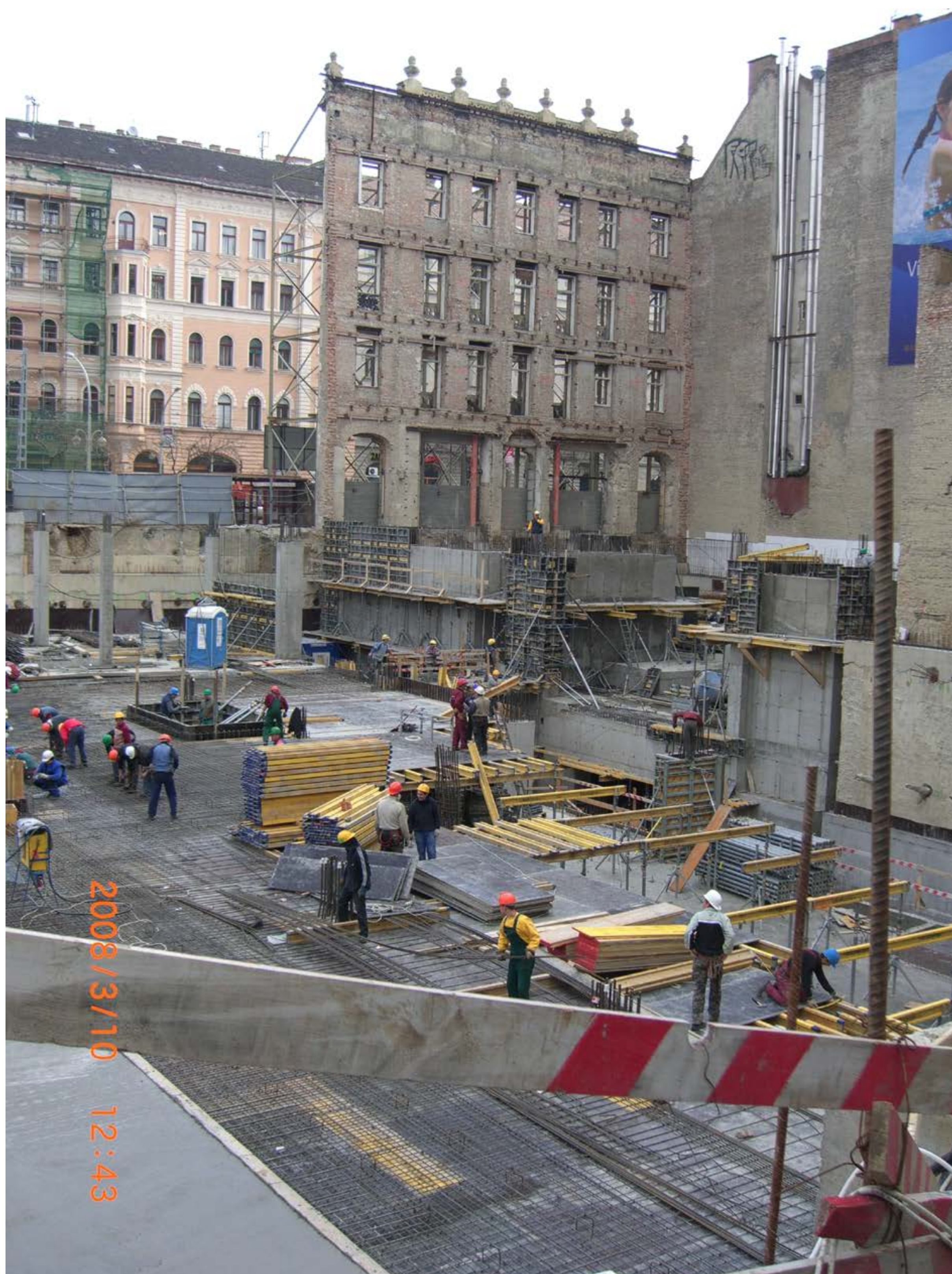
27. ábra. Vasszerelés, Budapest IX. Lechner Ödön fasor (2007)



28. ábra. Vasszerelés, Budapest IX. Lechner Ödön fasor (2007)



29. ábra. Vasszerelés, Budapest VIII. Blaha Lujza tér (2008)



30. ábra. Vasszerelés, Budapest VIII. Blaha Lujza tér (2008)

FÉNYKÉPEK FESZÍTŐHUZALOKRÓL



31. ábra. Kerámia burkolatú feszített vasbeton födémgerenda gyártása



32. ábra. Feszítőhuzalok lehorgonyzása

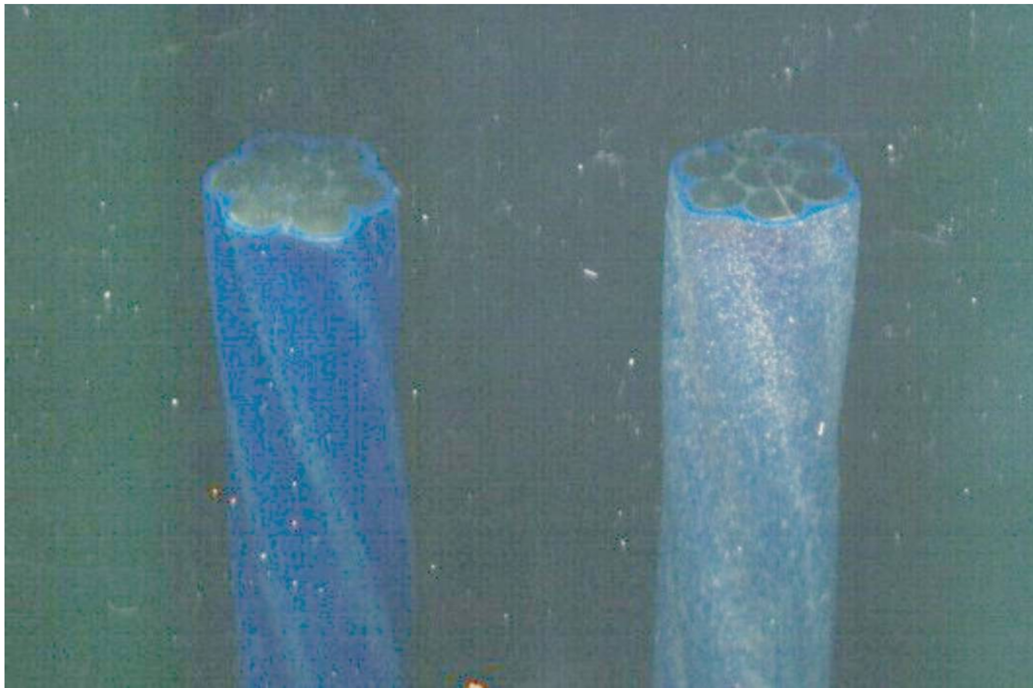
FÉNYKÉPEK FESZÍTŐPÁSZMÁKRÓL



33. ábra. Három és hét eres feszítőpászmák



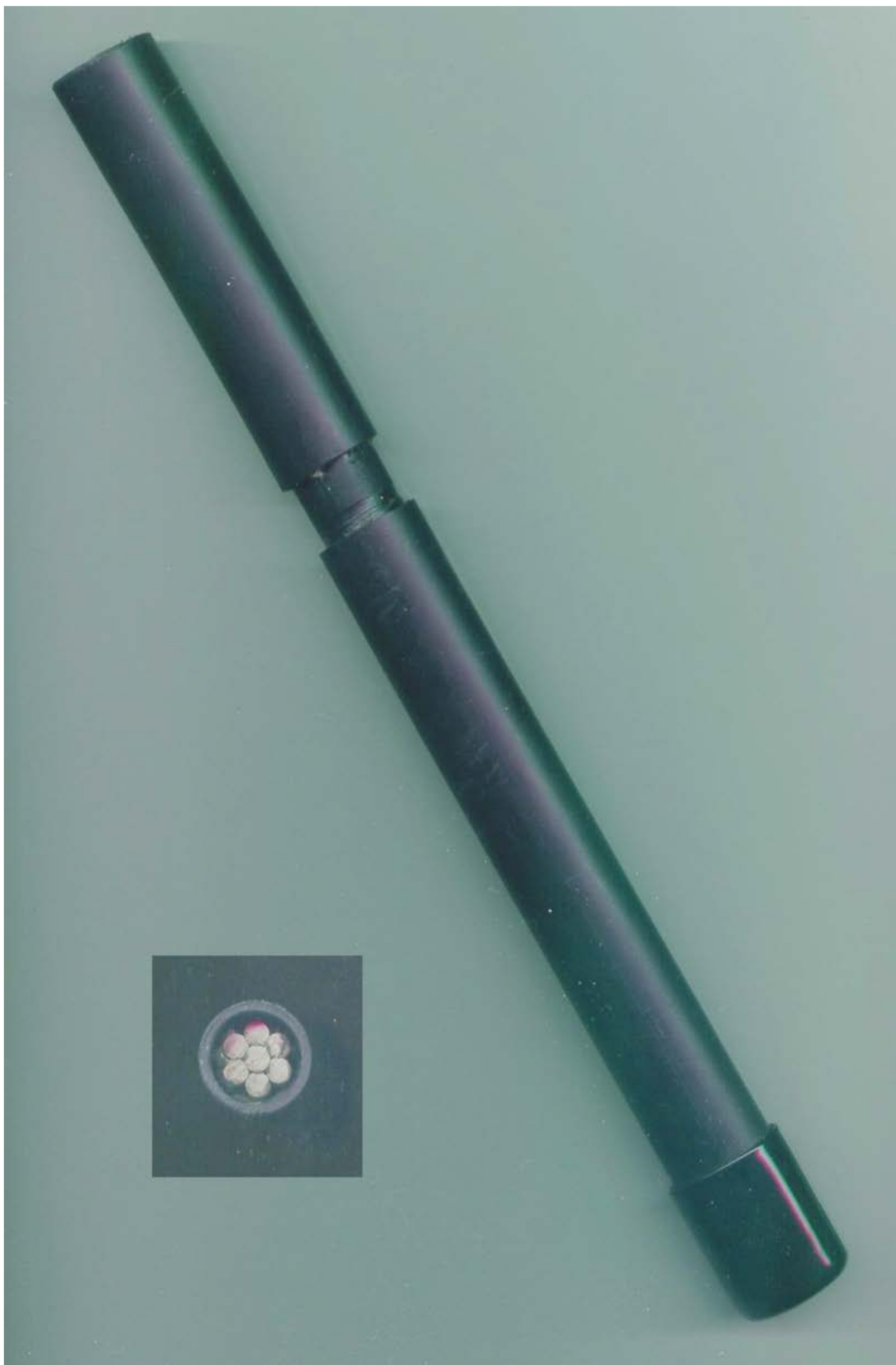
34. ábra. Három és hét eres feszítőpászmák,
a jobb szélső korrózió elleni bevonattal ellátva



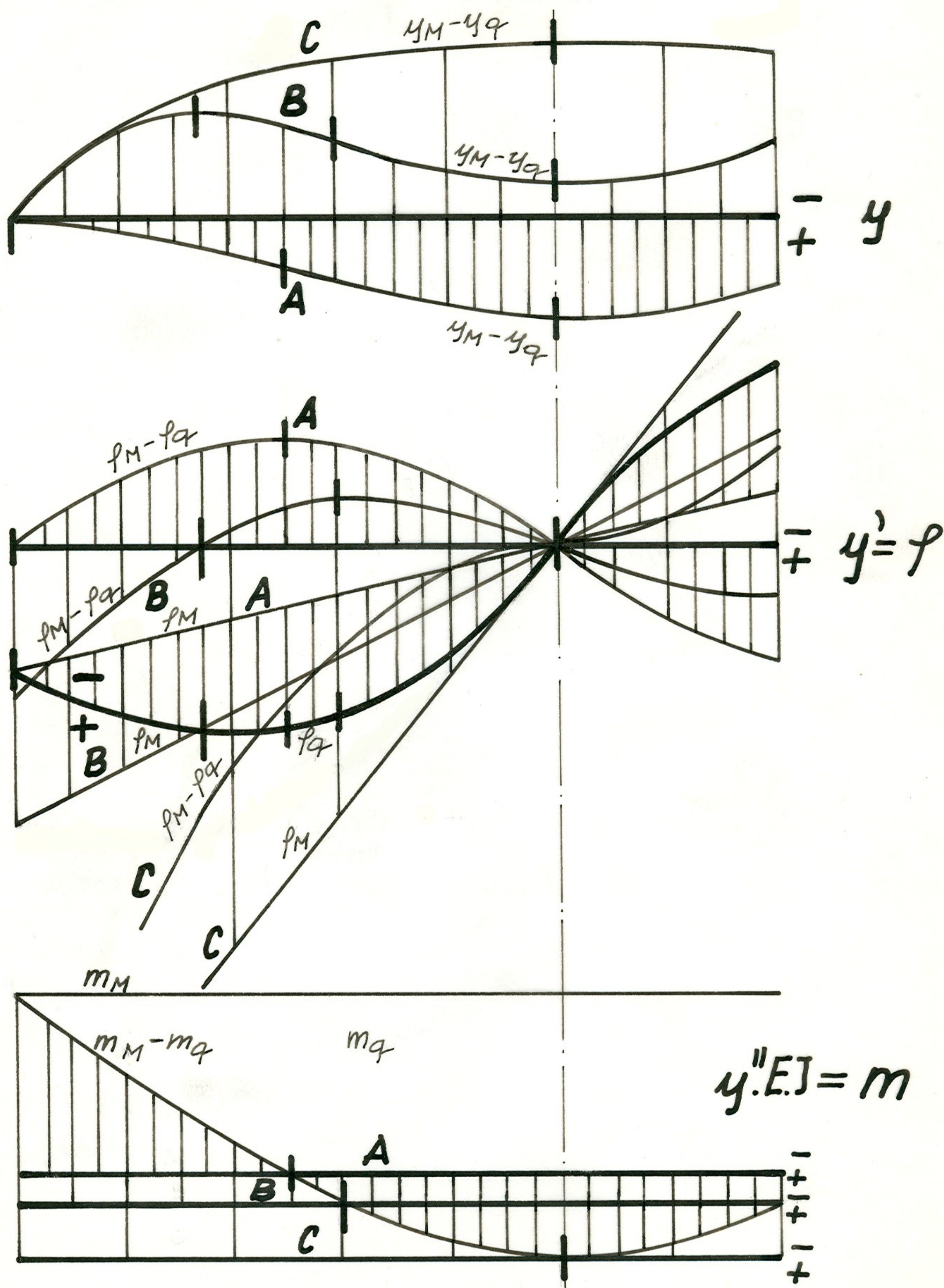
35. ábra. Korrózió elleni bevonattal ellátott hét eres feszítőpászmák



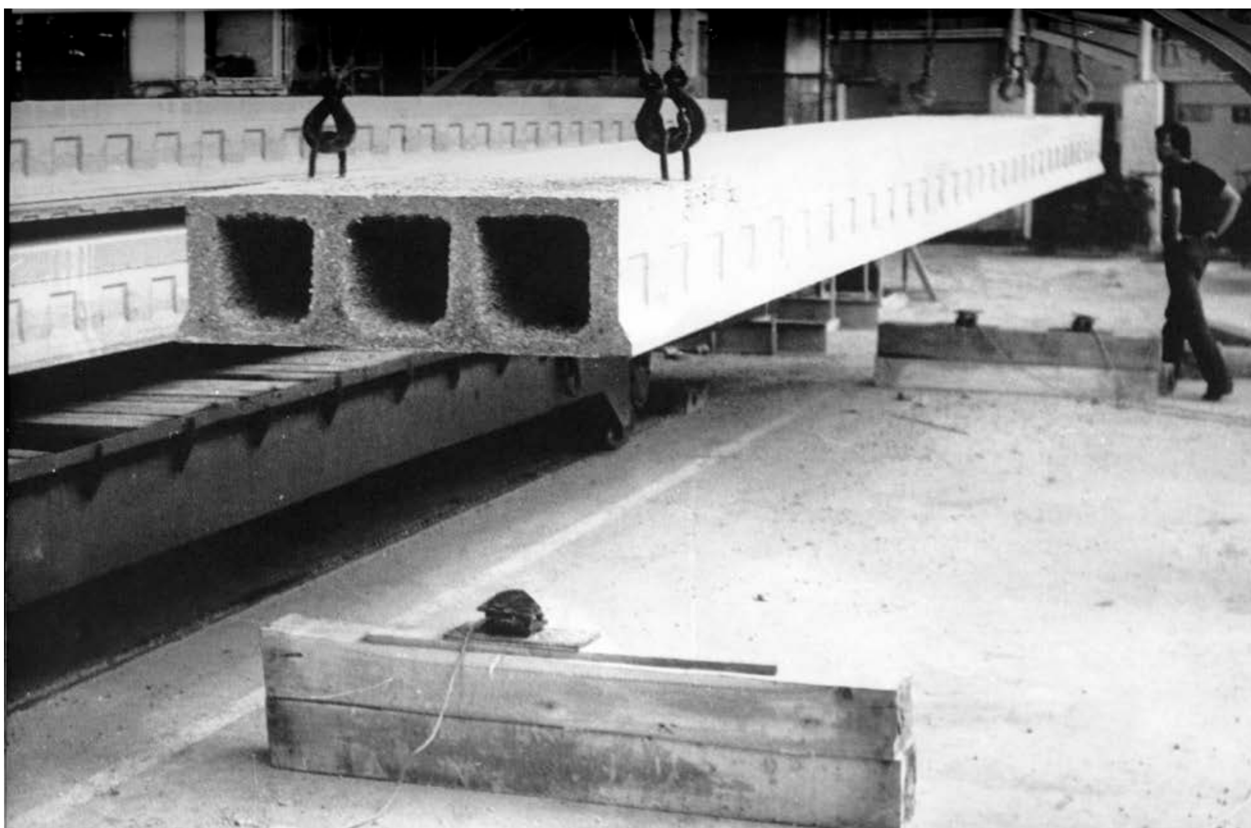
36. ábra. Korrózió elleni bevonattal ellátott héteres feszítőpászma



37. Feszítőpászma korrózió elleni védőcsőben



38. Vasbetontartó feszítésének értelme



39. ábra. Héteres pászmákkal feszített Span-Deck vasbeton födémpalló (1976)



40. ábra. Munkagödör vasbeton falának hátrahorgonyzása feszítőpászmákkal, Budapest, IX. Lechner Ödön fasor (2007)



41. ábra. Acélszerkezeti függesztő-kábelek pászmáinak lehorgonyzása



42. ábra. Acélszerkezeti függesztőkábelek pászmáinak lehorgonyzása

Felhasznált irodalom

Balázs György: Építőanyagok és kémia. Tankönyvkiadó. Budapest, 1984.

Erdélyi Attila – Lipták Sándor: Az acélbetétek követelményrendszere és választéka. Betonévkönyv 1988/1999. ÉTK – MÉASZ kiadvány. pp. 34 – 54.

Deák György – Draskóczy András – Dulácska Endre – Kollár László – Visnovitz György: Vasbeton-szerkezetek. Tervezés az Eurocode alapján. Statikai kisokos. Springer Media Magyarország Kft. Budapest, 2004.

Fernezelyi Sándor – Matuscsák Tamás: Épületek teherhordó szerkezetei. aktuális szerkezeti megoldások tervezőknek, kivitelezőknek. 1. kötet. Verlag Dashöfer Szakkiadó Kft. Budapest, 2005.

Palotás László: Fa – kő – fém – kötőanyagok. Mérnöki szerkezetek anyagtana, 2. kötet. Akadémiai Kiadó. Budapest, 1979.

Weiss György: Építőipari laboratóriumi méréstechnika és műszerismeret. I. kötet. Építésügyi Tájékoztatási Központ. Budapest, 1974.

MSZ 112:1958 Melegen hengerelt hídszerkezeti acél
Visszavont szabvány

MSZ 339:1987 Melegen hengerelt betonacél
Ma is érvényes nemzeti szabvány

MSZ 339:2008 Javaslat Betonacélok. Melegen hengerelt betonacél, hidegen alakított betonacélhuzal, gépi hegesztéssel készített síkhálók és térbeli rácsos tartók. Követelmények
Nem adták ki

MSZ 465:1987 Feszítőpászma feszített vasbeton szerkezetekhez
Ma is érvényes nemzeti szabvány

MSZ 500:1974 és :1989 Általános rendeltetésű ötvözetlen szerkezeti acél
Visszavont szabvány

MSZ 982:1987 Hidegen alakított betonacélhuzal
Ma is érvényes nemzeti szabvány

MSZ 5720:1979 és :1993 Feszítőhuzal feszített vasbeton szerkezetekhez
Ma is érvényes nemzeti szabvány

MSZ EN 1992-1-1:2005 Eurocode 2. Betonszerkezetek tervezése. 1-1. rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok
Jelzet ma: MSZ EN 1992-1-1:2010 és
MSZ EN 1992-1-1:2004/A1:2016

MSZ EN 1992-1-2:2005 Eurocode 2. Betonszerkezetek tervezése. 1-2. rész: Általános szabályok. Tervezés tűzterhelésre
Jelzet ma: MSZ EN 1992-1-2:2013

MSZ EN 10025-1:2005	Melegen hengerelt termékek szerkezeti acélokból. 1. rész: Általános műszaki szállítási feltételek
MSZ EN 10025-2:2005	Melegen hengerelt termékek szerkezeti acélokból. 2. rész: Ötvözetlen szerkezeti acélok műszaki szállítási feltételei
MSZ EN 10027-1:2006	Acélok jelölési rendszere. 1. rész: Az acélminőségek jele
MSZ ENV 1993-1-1:1995	Eurocode 3. Acélszerkezetek tervezése. 1-1 rész: Általános és az épületekre vonatkozó szabályok Jelzet ma: MSZ EN 1993-1-1:2009
prEN 10080-1:2004	Acél vasbeton szerkezethez. Hegeszthető betonacél. 1. rész: Általános követelmények Jelzet és cím ma: MSZ EN 10080:2005 Betonacél. Hegeszthető betonacél. Általános követelmények
MSZ EN 10080:2005	Betonacél. Hegeszthető betonacél. Általános követelmények
prEN 10138-1:2000	Feszítő acélok. 1. rész: Általános követelmények Elérhető, érvényes német változata (Beuth Verlag): DIN EN 10138-1:2000 Entwurf. Spannstähle. Teil 1: Allgemeine Anforderungen; Deutsche Fassung prEN 10138-1:2000 Megjegyzés: Például az MSZ EN 1992-1-1:2010 Eurocode 2 szabvány „EN 10138” alakban számos helyen hivatkozik rá.
prEN 10138-2:2000	Feszítő acélok. 2. rész: Feszítőhuzalok Elérhető, érvényes német változata (Beuth Verlag): DIN EN 10138-2:2000 Entwurf. Spannstähle. Teil 2: Draht; Deutsche Fassung prEN 10138-2:2000 Megjegyzés: Például az MSZ EN 1992-1-1:2010 Eurocode 2 szabvány „EN 10138” alakban számos helyen hivatkozik rá.
prEN 10138-3:2000	Feszítő acélok. 3. rész: Pászmák Elérhető, érvényes német változata (Beuth Verlag): DIN EN 10138-3:2000 Entwurf. Spannstähle. Teil 3: Litze; Deutsche Fassung prEN 10138-3:2000 Megjegyzés: Például az MSZ EN 1992-1-1:2010 Eurocode 2 szabvány „EN 10138” alakban számos helyen hivatkozik rá.
prEN 10138-4:2000	Feszítő acélok. 4. rész: Rudak Elérhető, érvényes német változata (Beuth Verlag): DIN EN 10138-4:2000 Entwurf. Spannstähle. Teil 4: Stäbe; Deutsche Fassung prEN 10138-4:2000 Megjegyzés: Például az MSZ EN 1992-1-1:2010 Eurocode 2 szabvány „EN 10138” alakban számos helyen hivatkozik rá.

MSZ EN ISO 15630-1:2011	Betonacél és feszítőacél. Vizsgálati módszerek. 1. rész: Betonacél rúd és huzal (ISO 15630-1:2010)
MSZ EN ISO 15630-2:2011	Betonacél és feszítőacél. Vizsgálati módszerek. 2. rész: Hegesztett síkháló (ISO 15630-2:2010)
MSZ EN ISO 15630-3:2011	Betonacél és feszítőacél. Vizsgálati módszerek. 3. rész: Feszítőacél (ISO 15630-3:2010)
EN 10027-1:2005 (D)	Bezeichnungssysteme für Stähle – Teil 1: Kurznamen
DIN EN 10080:2005	Stahl für die Bewehrung von Beton. Schweißgeeigneter Betonstahl. Allgemeines. Deutsche Fassung EN 10080:2005
DIN 488-1:1984	Betonstahl. Sorten, Eigenschaften, Kennzeichen
DIN 488-3:1984	Betonstahl. Betonstabstahl. Prüfungen
ISO 7801:1984	Metallic materials. Wire. Reverse bend test

KÉRJÜK TEKINTSE MEG

„AZ ACÉLGYÁRTÁS TERMÉKEINEK (ÉS MELLÉKTERMÉKEINEK)

RÖVID ISMERTETÉSE” CÍMŰ DOLGOZATOT IS.

